நுண்ணுயிரியல்

(MICROBIOLOGY)

(முதுநிலை விலங்கியல் மாணவர்களுக்காக)
(For M.Sc.Zoology Students)



முனைவர். கி. தியாகேசன்



தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
காமராசர் சாலை, சென்னை - 600 005.

நுண்ணுயிரியல்

முனைவர் கி. தியாகேசன்





தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை – 600 005.

முதற் பதிப்பு : 2011

பதிப்புரிமை : தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை – 600 005

நூலின் பெயர் : நுண்ணுயிரியல்

நூலாசிரியர் : முனைவர் கி. தியாகேசன்,
உயிரியல் துறை இணைப் பேராசிரியர்,
ஏ.வி.சி. கல்லூரி, (தன்னாட்சி)
மன்னம்பந்தல்,
மயிலாடுதுறை 609 305.

மறு ஆய்வு செய்தவர் : முனைவர் எல்.எஸ்.இரங்கநாதன்,
பேராசிரியர் (ஓய்வு),
விலங்கியல் துறை,
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்,
அண்ணாமலைநகர் 608 002.

தமிழ் திருத்தம் செய்தவர் : பேரா. வ. ஜெயந்தி,
துறைத்தலைவர்,
தன்ராஜ் பெய்த் ஜெயின் கல்லூரி,
துரைப்பாக்கம்,
சென்னை 600 097.

விலை : ரூ.84.00

அச்சிட்டோர் : மீரா ஆப்செட் பிரிண்டர்ஸ்
104/184, வெங்கட்ரங்கம் தெரு, திருவல்லிக்கேணி,
சென்னை 600 005. போன் : 9444243031

பொருளடக்கம்

1

நுண்ணுயிரியலின் வரலாறு மற்றும் குறியிலக்கெல்லை
(History and Scope of Microbiology)

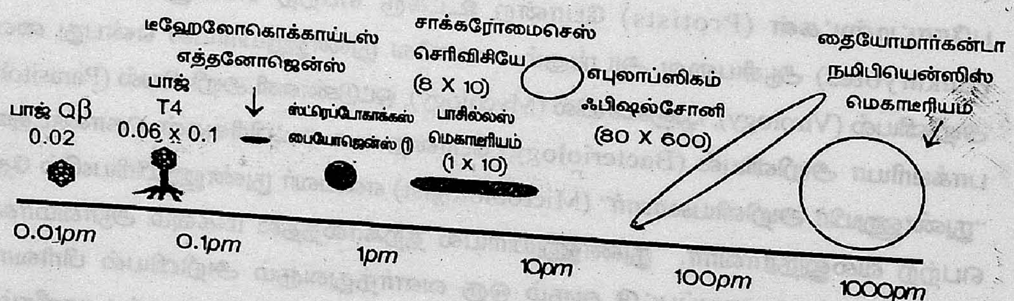
நுண்ணுயிரியல் - ஓர் அறிமுகம்

"நுண்ணுயிர் (Microbe) என்பவை நுண்ணோக்கி (Microscope) யின் உதவியின்றி காண முடியாத உயிர்கள் (அல்லது) நுண்ணோக்கியின் உதவியால் காணக்கூடிய மிக நுண்ணிய உருவம் கொண்ட உயிரினங்கள் ஆகும். "நுண்ணுயிரியல்" (Microbiology) என்பது (கிரேக்க மொழியில் "மைக்ராஸ்" (Micros) என்றால் "நுண்ணிய", "பையாஸ்" (bios) என்றால் "உயிரி" "லாஜியா" (logia) என்றால் "படிப்பு" என்ற பொருட்களமைந்த வார்த்தைகளிலிருந்து உருவான சொல்) ஒரு செல் அல்லது பல செல்கள் கொண்ட, நுண்ணோக்கியின் மூலம் மட்டுமே காணக்கூடிய நுண்ணுயிர்கள் பற்றிய அறிவியலாகும். இந்த அறிவியலை, சாதாரண கண்களால் காண முடியாத மிகச்சிறிய உயிரினங்கள் பற்றிய அறிவியல் என்றும் சொல்லலாம். இந்த அறிவியலானது, நுண்ணுயிர்களின் உருவம் (Form), அமைப்பு (Structure) இனப்பெருக்கம் (Reproduction), உடற்செயலியல் (Physiology), வளர்சிதை மாற்றம் (Metabolism) மற்றும் பெயரிடல் முறைகள் (Nomenclature) ஆகியவற்றையும் விளக்குவதாகும். இவைமட்டுமின்றி, நுண்ணுயிர்களின் வாழ்விடம் (Habitat), அவற்றிடையேயும் மற்ற உயிரினங்களுடனும் உள்ள தொடர்புகள் (Intra and Inter-specific relationships), சுற்றுச்சூழலில் அவற்றின் பங்கு (Role in the ecosystem) மற்றும் அவற்றால் மனிதனுக்கு உண்டாகும் நோய்கள் பற்றிய அறிவும் நுண்ணுயிரியலாகும்.

நுண்ணுயிர்கள் என்பவற்றில் வைரஸ்கள் (Viruses), பாக்டீரியாக்கள் (Bactreia) போன்ற முதல்நிலை உயிரிகள் (Prokaryotes) மற்றும் பூஞ்சைகள் (Fungi), புரோட்டிஸ்ட்கள் (Protists) போன்ற உட்கரு பெற்ற செல்லுடைய உயிர்கள் (Eukaryotes) ஆகியவை அடங்கும். எனவே நுண்ணுயிரியல் என்பது வைரஸ் அறிவியல் (Virology), பூஞ்சையில் (Mycology), ஒட்டுண்ணி அறிவியல் (Parasitology), பாக்டீரியா அறிவியல் (Bacteriology) போன்ற பல உட்பிரிவுகள் கொண்டதாகும். "நுண்ணுயிர் அறிவியலாளர்" (Microbiologist) என்பவர் நுண்ணுயிரியலில் தேர்ச்சி பெற்ற வல்லுநராவார். நுண்ணுயிரியல் தற்காலத்தில் மிகவும் ஆர்வமாகவும், விரிவாகவும் ஆராயப்பட்டு வரும் ஒரு வளர்ந்துவரும் அறிவியல் பிரிவாகும். ஆயினும், உலகிலுள்ளதாகக் கருதப்படும் நுண்ணுயிர்களில் சுமார் 1 சதவீதம் (1%)

மட்டுமே இதுவரை கண்டறியப்பட்டிருக்கின்றன என்பது ஒரு வியத்தகு உண்மையாகும். மேலும், நுண்ணுயிர்கள் சுமார் 300 வருடங்களுக்கு முன்பே கண்டறியப்பட்டிருந்தாலும், நுண்ணுயிரியல் (மற்ற உயிரியல் பிரிவுகளான விலங்கியல் (Zoology) மற்றும் தாவரவியல் (Botany) போன்றவற்றுடன் ஒப்பிடும் போது) இன்னும் அதிகமாக வளர்ச்சிபெறாத ஒரு அறிவியல் வகையாகவே உள்ளது.

படம் 1.1.ல் பல்வேறு நுண்ணுயிர்களின் அளவுகள் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளன. நுண்ணுயிர்கள் அளவில் மிகச்சிறியவையாயினும், சுமார் 0.15 மில்லி மைக்ரான் (0.15μm) அளவுடைய சில பாக்டீரியாக்களிலிருந்து 700 மில்லி மைக்ரான்கள் (700μm) வரை அளவுடைய இராட்சத பாக்டீரியாக்கள் (Giant Bacteria) வரை அளவில் வேறுபாடுடையவை. மேலும் வைரஸ்கள் பாக்டீரியாக்களைவிட மிகவும் சிறியவை. சமீப காலத்தில் 1 மில்லிமீட்டர் நீளமுடைய பாக்டீரியாக்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. மேலும் ரொட்டிப் பூஞ்சைகள் (Bread mold) மற்றும் இழைப்பாசிகள் (Filamentous Algae) போன்றவை சாதாரணமாக கண்களால், நுண்ணோக்கியின் உதவியின்றி காணக்கூடியவை. ரோஜர் ஸ்டெய்னர் (Roger Stainer) என்ற விஞ்ஞானி நுண்ணுயிர்களின் அளவு மட்டுமின்றி, அவற்றை ஆய்ந்தறியும் முறைகளையும் உள்ளடக்கிய ஒரு விளக்கம் நுண்ணுயிரியலுக்கு தேவை என்றார். ஏனென்றால் நுண்ணுயிர்கள் சிறப்பியல்பான மிகச்சிறிய அளவை பெற்றிருப்பதால் அவற்றை ஆராய்வதற்கு தனித்தன்மை பெற்ற ஆய்வு முறைகள் மற்றும் ஆய்வு உபகரணங்கள் தேவை. ஆகவே இவற்றையும் உள்ளடக்கிய ஒரு விளக்கமே நுண்ணுயிரியலை முழுமையாக விளக்க ஏதுவாகும் என்பது ரோஜர் ஸ்டெய்னரின் கருத்தாகும். எனவே மாறிவரும் அறிவியல் பாரம்பரியத்திற்கேற்ப நுண்ணுயிர் பற்றி ஒரு புதிய விளக்கவுரை (New Definition) தேவை. மேற்குறிப்பிட்ட கருத்துக்களை உள்ளடக்கி, 1. ஒரு செல் உடைய (அ) பல செல் உடையனவும், 2. நியூக்ளிக் அமிலங்களை (Nuclic Acids) அவற்றின் உயிர் சுழற்சியில் (Life cycle)



படம் 1.1 நுண்ணுயிர்களின் அளவு

ஒரு நிலையிலாவது பெற்றுள்ளனவும், 3. தானே பிரதி எடுக்கக்கூடிய (Self Replicating) மரபணுத்தொகுதிப் (Genome) பெற்றிருப்பனவும், 4. பிரித்தெடுப்பதற்கும் (Isolating) மற்றும் ஆய்வதற்கும் தனித்தன்மையுள்ள ஆய்வு முறைகள் மற்றும் உபகரணங்கள் தேவையுடையனவுமான, உயிரினங்கள் பற்றிய படிப்பு மற்றும் ஆய்வு முறை என்று விளக்கவுரை (Definition) அளிக்கலாம். இப்பரந்த விளக்கவுரையானது பூஞ்சைகள் (Fungi), பாசிவகைகள் (Algae), முதலுயிர்கள் (Protozoa) பாக்டீரியாக்கள் (Bacteria) மற்றும் வைரஸ்கள் (Viruses) போன்ற பலதரப்பட்ட மிகச்சிறிய உயிரினங்களை உள்ளடக்கிய ஒரு தொகுதியைப் பற்றிய அறிவியல் என நுண்ணுயிரியலுக்கு விளக்கமளிக்கிறது.

நுண்ணுயிர்களின் முக்கியத்துவம் (Importance of Microbes)

நுண்ணுயிர்கள் இல்லையெனில் உலகிலுள்ள அனைத்து உயிரினங்களும் வாழ இயலாது என்று கூறலாம். ஏனெனில்,

1. நுண்ணுயிர்களால் சிதைத்தல் (Decomposition) மற்றும் சத்து மூலகங்கள் (Nutrients) சுழற்சி இல்லாவிடில் இவ்வுலகம் முழுவதும் உயிரினங்களின் உயிரற்ற உடல்களால் மூடப்பட்டிருக்கும்.

2. நுண்ணுயிர்கள் நைட்ரஜன் சுழற்சியில் (Nitrogen Cycle) முக்கியப் பங்கு வகிப்பதன் மூலம் மண்ணின் வளத்தை பாதுகாப்பதில் முக்கியப்பங்கு வகிக்கின்றன.

3. பாசிகள் (Algae) மற்றும் சயனோபாக்டீரியங்கள் (Cyanobacteria) ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் ஆக்ஸிஜன் (பிராணவாயு) உற்பத்தியில் முக்கியச் செயல்புரிகின்றன.

4. உணவுச் சங்கிலிகளில் (Food chains) மற்றும் உணவு வலைகளில் (Food webs) பாக்டீரியாக்கள் முக்கிய நிலைகளை வகிக்கின்றன. மேலும் மூலகங்களின் சுழற்சிகளில் சில நுண்ணுயிர்கள் மிக அரிய செயல்புரிகின்றன.

நுண்ணுயிரியல் வரலாறு (History of Microbiology)

நுண்ணுயிரியல் வரலாறு <u>பட்டியல் 1.1.ல்</u> குறிப்பிட்டுள்ளபடி, பல முக்கிய தொடர் கண்டுபிடிப்புகள் மற்றும் நிகழ்வுகள் கொண்ட பல வரலாற்றுச் சுவடுகளை உள்ளடக்கியதாகும்.

பட்டியல் 1.1. நுண்ணுயிரியல் வரலாற்றில் சில முக்கிய நிகழ்வுகள்

வ.எண்	வருடம்	நுண்ணுயிரியல் கண்டுபிடிப்புகள் / நிகழ்வுகள்
1.	1546	ப்ராகாஸ்டோரா (Fracastoro) நுண்ணுயிர்கள் நோய்களுக்கு காரணமாக இருக்கக்கூடுமென தெரிவித்தார்.
2.	1676	லீவென் ஹாக் (Leuuwenhoek) அனிமல்க்யூக்ஸ் எனும் நுண்ணுயிர்களைக் கண்டுபிடித்தார்.
3.	1688	ரீடி (Redi) தானாகவே உயிர் தோன்றல் கோட்பாட்டில் தனது ஆய்வு முடிவுகளைப் பிரசுரித்தார்.
4.	1798	ஜென்னர் (Jenner) பெரியம்மைக்குத் தடுப்பூசியை அறிமுகப்படுத்தினார்.
5.	1799	ஸ்பாலன்ஸானி (Spallanzani) தானாகவே உயிர்தோன்றல் கோட்பாட்டை எதிர்த்தார்
6.	1838 - 1839	ஸ்வானும் (Schwann) ஸ்லீடனும் (Schleiden) செல் கோட்பாட்டை உருவாக்கினார்கள்.
7.	1835 - 1844	பாஸி (Bassi) பட்டுப்புழு நோய்க்குப் பூஞ்சைகள் காரணம் என்று கண்டறிந்து பல நோய்களுக்கு நுண்ணுயிர்களே மூலகாரணம் என்ற கோட்பாட்டை தெரிவித்தார்.
8.	1847 - 1850	செம்மல்வீஸ் (Semmelweis) குழந்தைப்படுக்கை சுரம் (Child bed fever) மருத்துவர் மூலம் பரவுகிறது என்று காட்டி கிருமிநாசினிகளை நோய்தடுக்க உபயோகிக்கும் முறையை அறிமுகப்படுத்தினார்.
9.	1849	ஸ்னோ (Snow) காலரா நோய் பரவுதலை லண்டனில் ஆராய்ந்தார்
10.	1857	லூயிபாஸ்டர் (Louis Pasteur) லாக்டிக் அமிலம் நுண்ணுயிர்களால் ஏற்படும் நொதித்தலில் உண்டாகிறது என்று காட்டினார்.
11.	1858	விர்சொள (Virchow) எல்லா செல்களும் பிற செல்களிலிருந்தே தோன்றுகின்றன என்று நிரூபித்தார்
12.	1861	பாஸ்டர் (Pasteur) நுண்ணுயிர்கள் தானாகவே தோன்றுவதில்லை என்று நிரூபித்தார்
13.	1867	லிஸ்டர் (Lister) அறுவை சிகிச்சையில் சீழ்பிடிக்காமலிருக்கச் செய்யும் தமது முறைகளை பிரசுரித்தார்
14.	1869	மீஸ்சர் (Meischer) நியூக்ளிக் அமிலங்களைக் கண்டுபிடித்தார்
15.	1876-1877	கோச் (Koch) ஆந்த்ராக்ஸ் நோய் பாசில்லஸ் ஆந்த்ராசிஸ் என்ற பாக்டீரியா மூலம் உண்டாகிறது என்று காட்டினார்

16.	1881	கோச் (Koch) பாக்டீரியாக்களை ஜெலாட்டினில் வளர்க்கும் முறையை அறிமுகப்படுத்தினார்
17.	1882	கோச் (Koch) காசநோய்க்கானப் பாக்டீரியாவைக் கண்டுபிடித்தார்
18.	1884	கோச்சின் கோட்பாடுகள் வெளியிடப்பட்டன. மெட்சனிகோஃப் செல் விழுங்குதலை விளக்கினார்
19.	1885	பாஸ்டர் (Pasteur) வெறிநாய்க்கடிக்குத் தடுப்பு மருந்து கண்டுபிடித்தார்
20.	1887	பெட்ரியின் தட்டுகள் உருவாகின
21.	1887-1890	வினோகிராட்ஸ்கி (Winogradsky) கந்தக மற்றும் நைட்ரஜன் பாக்டீரியாக்களை ஆராய்ந்தார்.
22.	1888	பெய்ஜெரின்க் (Beijerinck) வேர்முடிச்சுகளிலுள்ள பாக்டீரியாக்களைப் பிரித்தெடுத்தார்.
23.	1890	வான் பெஹ்ரின்ங் (Von Behring) டிப்தீரியா மற்றும் டெட்டனஸுக்கு எதிரான நச்சு எதிர்ப்பொருட்களைத் தயாரித்தார்.

நுண்ணுயிர்கள் கண்டுபிடிப்பு (Discovery of Microbes)

நுண்ணுயிர்கள் கண்டறிவதற்கு முன், பலர் அவை உள்ளதற்கான சாத்தியக்கூறுகளையும், நோய் உண்டாவதில் அவற்றின் பங்கையும் அனுமானித்துள்ளனர். அவர்களில், முக்கியமாக உரோமானிய தத்துவஞானி லூகிரிடியஸ் (Lucretius, கி.மு. 98-55) மற்றும் மருத்துவர் கிரோலாமோ ப்ராஸிஸ்ட்ரோ (Girolamo Fracistro, கி.பி.1478- 1553) ஆகியோர் உடலில் நோயானது கண்ணுக்குத் தெரியாத உயிரினங்களால் உண்டாகின்றன என்று ஊகித்தனர். உலகில் முதன்முதலில் நுண்ணோக்கிகள் (Microscope) கி.பி.1625க்கும் 1630க்கும் இடையில் இத்தாலிய விஞ்ஞானி ப்ரான்செஸ்கோ ஸ்டெல்லூட்டி (Francisco Stelluti) என்பவரால் அவர் கலிலியோவிடமிருந்து பெற்றிருக்கக்கூடிய தேனீக்கள் மற்றும் வண்டுகளைப் பார்க்க பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆனால் நுண்ணுயிர்களை முதன்முதலில் நுண்ணோக்கி மூலம் சரியாகக் கண்டறிந்து விளக்கிய பெருமை ஹாலந்தைச் சேர்ந்த அந்தோனி வான் லீவென்ஹாக் (Antony Van Leeuwenhoek) (கி.பி.1632-1723) என்ற நுண்ணோக்கியலாளரை (Microscopist) யே சாரும். அவர் அடிப்படையில் ஒரு தையற்கலைஞராக இருந்தாலும், தன்னுடைய பெரும்பாலான ஓய்வு நேரத்தை சாதாரண நுண்ணோக்கிகளை வடிவமைப்பதில் செலவிட்டார். அவர் உருவாக்கிய நுண்ணோக்கிகள் இரண்டு வெள்ளித் தகடுகளுக்கிடையில் பொருத்தப்பட்ட இரட்டைக்குழி லென்ஸ்களைக் கொண்டு 50 முதல் 300 மடங்கு வரை

உருப்பெருக்கும் திறன் கொண்டவையாக இருந்திருக்கக் கூடும். அவர் மழை நீர் மாதிரிகளை (Rain Water samples) இரண்டு கண்ணாடித் துண்டுகளுக்கிடையில் வைத்து அவற்றின் மீது 45 டிகிரியில் ஒளியைப் பாய்ச்சி ஒளிக்களம் கருமையாக்கப்பட்ட (Dark field) நுண்ணோக்கியை வடிவமைத்திருக்க வேண்டும். அத்தகைய நுண்ணோக்கி அவருக்கு பாக்டீரியாக்களைத் தெளிவாகப் பார்க்க உதவியிருக்க வேண்டும். கி.பி.1673-லிருந்து, லீவென்ஹாக் தன்னுடைய கண்டுபிடிப்புகள் பற்றி லண்டனிலுள்ள ராயல் சொசைட்டிக்கு பல கடிதங்கள் எழுதி அனுப்பினார். அவற்றிலுள்ள லீவென்ஹாக்கின் விளக்கங்களிலிருந்து அவர் பாக்டீரியாக்களையும், முதலுயிரிகளையும் (Protozoa) தெளிவாகப் பார்த்தார் என்பது அறிய முடிகிறது. எனவே இவர் பாக்டீரியா அறிவியலின் தந்தை (Father of Bacteriology) என்று அழைக்கப்படுகிறார்.

தானாகவே உயிர் தோற்றக்கோட்பாடு (Theory of spontaneous generation)

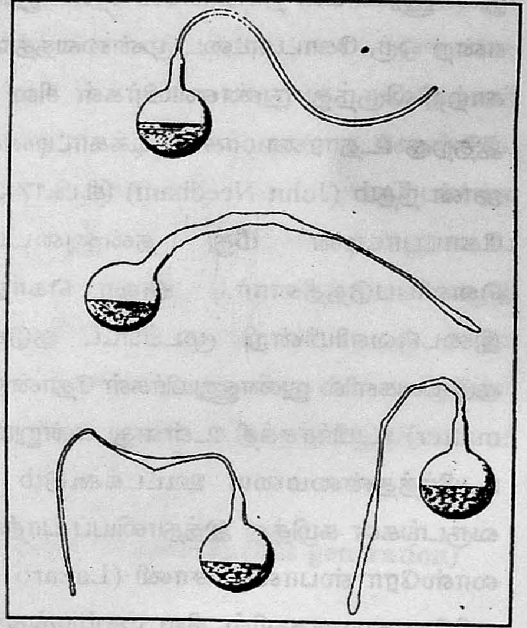
தொன்று தொட்டு மக்களிடையே நிலவிவந்த ஒரு மூட நம்பிக்கையானது உயிரினங்கள் தானாகவே உயிரற்ற அல்லது சிதைவுறும் அங்ககப் பொருட்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்பதாகும். புகழ்பெற்ற கிரேக்க தத்துவஞானி அரிஸ்டாட்டில் (கி.மு.384-322) கூட ஒருசில உயிரிகள் மட்டுமாவது தானாகவே தோன்றக்கூடியவை என்று நம்பினார். இக்கோட்பாடு முதன் முதலில் இத்தாலிய மருத்துவர் பிரான்ஸெஸ்கோ ரீடி (Franscesco Redi, கி.பி. 1626 - 1694) செய்த சோதனைகளின் முடிவுகள் மூலம் கேள்விக்குறியாக்கப்பட்டது. ரீடி மூன்று குடுவைகளில் ஆட்டிறைச்சியை வைத்தார். அவற்றில் ஒரு குடுவையை திறந்து வைத்தும் மற்றொரு குடுவையை ஒரு காகிதத்தால் மூடியும், மூன்றாவது குடுவையை ஒரு நுண்ணிய வலையால் (ஈக்கள் முட்டையிடுவதை தடுக்கும் வகையில்) மூடியும் வைத்தார். மூடாமல் வைக்கப்பட்ட இறைச்சியில் ஈக்கள் முட்டையிட்டு புழுக்கள் தோன்றின. ஆனால் மற்ற இரண்டிலும் தானாவே புழுக்கள் தோன்றவில்லை. ஆனால் நுண்ணிய வலையால் மூடப்பட்ட இறைச்சியால் ஈக்கள் ஈர்க்கப்பட்டு அதன்மேல் ஈக்கள் முட்டையிட்டு அதில் புழுக்கள் தோன்றின. எனவே புழுக்கள் அழுகும் இறைச்சிகளில் ஈக்கள் இடும் முட்டைகளிலிருந்து தோன்றின என்றும், முன்னதாக நம்பப்பட்டபடி தானாகவே தோன்றவில்லை என்பதும் நிரூபிக்கப்பட்டது. இதைப் போன்ற மற்ற பல பரிசோதனைகள், இந்த தானாகவே உயிர்கள் தோற்றக் கோட்பாட்டை பல பெரிய உயிரினங்களிலும் தவறு என்று நிரூபித்தன.

பின்னாளில் லீவென் ஹாக்கின் நுண்ணோக்கி கண்டுபிடிப்பு இப்பிரச்சனையை மீண்டும் ஆராயவைத்தது. அப்போது ஒரு சிலர், சிறிய

நுண்ணுயிர்கள் தானாகவே தோன்றுகின்றன. பெரிய உயிரினங்கள் அப்படியல்ல என்ற ஒரு கோட்பாட்டை முன்வைத்தனர். அவர்கள் கொதிக்க வைத்த இறைச்சிச் சாற்றிலிருந்து நுண்ணியிர்கள் சில மணி நேரங்கள் கழித்துத் தோன்றுவதை இதற்கு உதாரணமாக சுட்டிக்காட்டினர். கி.பி.1748-ல் ஆங்கிலேயப் பாதிரியார் ஜான் நீதம் (John Needham) (கி.பி.1713-1781) இந்தத் தானாகவே உயிர் தோற்றக் கோட்பாட்டின் மீது தன்னுடையப் பரிசோதனைகளின் முடிவுகளை வெளிப்படுத்தினார். அவர் கொதிக்க வைத்த இறைச்சி நீரை நன்றாக இடைவெளியின்றி மூடப்பட்ட குடுவைக்குள் வைத்தார். அத்தகைய பல குடுவைகளில் நுண்ணுயிர்கள் தோன்றின. எனவே அங்கப் பொருட்களில் (Organic matter) உயிர்ச்சக்தி உள்ளது என்றும், அவ்உயிர்ச்சக்தி உயிரற்ற பொருட்களில் உயிர்த்தன்மையை ஊட்டக்கூடும் என்றும் எண்ணினார். இதன்பின் சில வருடங்கள் கழித்து இத்தாலியப் பாதிரியார் மற்றும் இயற்கை அறிவியலாளரான லாஸ்ரோ ஸ்பாலன் சானி (Lazaro Spallanzani, கி.பி. 1729-1799), நீதமின் பரிசோதனைகளில் சில மாற்றங்கள் செய்தார். அவர் நீரும், விதைகளும் வைக்கப்பட்ட குடுவைகளை நன்றாக காற்றுப்புகாவண்ணம் இடைவெளியின்றி மூடி, கொதிக்கும் நீரின் மேல் முக்கால் மணிநேரம் வைத்த பின் குடுவைகளை நன்றாக இறுக்கமாக மூடி வைத்துள்ள வரை எந்த உயிரினமும் தோன்றவில்லை என்பதைக் காட்டினார். எனவே காற்று கிருமிகளைக் குடுவையிலுள்ள உணவுப் பொருட்களில் பரப்பியிருக்கக்கூடும் என்று அனுமானித்தார். அதேசமயம், காற்றானது முன்பே உணவுப் பொருட்களில் இருந்திருக்கக்கூடிய உயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு அத்தியாவசியமான ஒன்றாகவும் இருக்கக்கூடும் என்ற ஒரு வாய்ப்பு இருப்பதையும் சுட்டிக்காட்டினார். இப்பரிசோதனைகளின் முடிவுகளை, தானாகவே உயிர்தோற்றக் கோட்பாட்டை வலியுறுத்துவோர், மூடிய குடுவைகளுக்குள் உள்ள காற்றைச் சூடுபடுத்துவதாலேயே அங்கு உயிர் வளர்ச்சி தடுக்கப்படுகிறது என்று கூறி, தங்களது கோரிக்கைகளை வலியுறுத்துவதற்காக உபயோகப்படுத்தினர்.

பின்னாளில், பல ஆய்வாளர்கள் இத்தகைய விவாதங்களுக்குப் பதிலாக பல பரிசோதனைகளை மேற்கொண்டனர். தியோடர் ஸ்வான் (Theodore Schwann, கி.பி.1810-1882) என்பவர் ஒரு குடுவையில் வெப்பத்தால் கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்ட (Heat sterlized) சத்துப் பொருள் கலவை (Nutrient medium) -யை எடுத்துக் கொண்டு அதில் சுத்தமான, கிருமியற்ற, பஞ்சினால் வடிகட்டப்பட்டக் காற்றை செலுத்தியபோது அதனுள் எந்த உயிரினமும், அந்தக் குடுவையிலுள்ள காற்றைச் சூடாக்காத போதும் தோன்றவில்லை. ஆனாலும் கூட பெலிக்ஸ் பௌசெட் (Felix Pouchet) என்ற பிரான்சு இயற்கை விஞ்ஞானி, கி.பி.1859-ல் நுண்ணுயிர்கள் காற்றின் மூலமின்றியும் தோன்ற முடியும் என்று தன் பரிசோதனைகள் மூலம்

கண்டறிந்துள்ளதாகத் தெரிவித்தார். இந்த முடிவை லூயி பாஸ்டர் (கி.பி.1822-1895) தனது பரிசோதனைகள் மூலம் தகர்த்தெறிந்தார். முதலில் காற்றைப் பஞ்சினுள் செலுத்தி வடிகட்டியபோது தாவர ஸ்போர்கள் போன்றவற்றை அவற்றில் கண்டார். மேலும் காற்று வடிகட்ட உபயோகப்படுத்தப்பட்ட சிறிதளவு பஞ்சினை கிருமி நீக்கப்பட்ட (Sterilized) சத்துப் பொருள் கலவையில் (Nutrient Medium) வைத்த போது அதில் நுண்ணுயிர்கள் தோன்றுவதைக் காட்டினார். அடுத்ததாக குடுவையின் கழுத்துப் பகுதியை குடுவை 1.2-ல் காட்டியபடி பல வடிவங்களில் நீட்டி இழுத்தபின், அத்தகைய குடுவைகளின் வாய்ப்பகுதியை திறந்து வைத்து அவற்றில் சத்துக்கலவைகளை வைத்தார். பிறகு அக்குடுவையிலுள்ள கலவைகளை சில நிமிடங்கள் கொதிக்க வைத்து குளிரச்செய்தார். எந்தவிதமான நுண்ணுயிர்களும் அக்குடுவைகளில் காற்றோட்டமாக வைக்கப்பட்ட போதும் தோன்றவில்லை. இதற்கு காற்று உள்ளே சென்றாலும், காற்றிலுள்ள சிறு தூசிகள், துகள்கள், துணுக்குகள் அக்குடுவைகளின் நீண்ட கழுத்துப் பகுதிகளில் தங்கிவிட்டதால், எவ்வித நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியும் தோன்றவில்லை என்று பாஸ்டர் விளக்கமளித்தார். மேலும் அக்குடுவைகளின் கழுத்துப் பகுதிகள் உடைக்கப்பட்டபோது, உடனடியாக நுண்ணுயிர்கள் தோன்றின. இப்பரிசோதனைகள் மூலம் பாஸ்டர் உயிர்தோற்றக் கோட்பாட்டில் காணப்பட்ட முரண்பாடுகளுக்கு ஒரு முடிவினைக் கொண்டு வந்தார். மேலும் கி.பி.1861-ல் அவர் கலவைகளை கிருமி நீக்கம் செய்யும் முறைகளையும் கண்டறிந்து விளக்கினார்.



படம் 1.2. பாஸ்டரின் வளைந்த கழுத்துக்குடுவைகள் (அன்னக்கழுத்து குடுவைகள், Swan neck flasks) பரிசோதனைகள்

இறுதியாக, ஜான் டின்டால் (John Tyndal, கி.பி.1820-1893) தானாகவே உயிர்தோற்றக் கோட்பாட்டிற்கு இறுதி அடி கொடுத்தார். அவர் காற்றிலுள்ள தூசிகள், துகள்கள் போன்றவை உண்மையில் கிருமிகளைக் கொண்டவை என்பதையும், இத்தூசிகள் மற்றும் துகள்கள் பரவவில்லை என்றால் குடுவையிலுள்ள கலவைகளில் காற்று பட்டாலும் எவ்வித உயிரும் தோன்றவில்லை என்பதையும் சுட்டிக்காட்டினார். மேலும் டின்டால் அவரது ஆராய்ச்சிகளினால்,

வெப்பம் தாங்கும் பாக்டீரியாக்கள் (Heat Resistant Bacteria) இருப்பதற்கான ஆதாரங்களைக் காட்டினார். இதேபோல, தனியாக பரிசோதனைகள் செய்து, ஜெர்மானிய தாவரவியல் வல்லுநர் பெர்டினாண்ட் கோன் (Ferdinand Cohn, கி.பி.1828-1898), வெப்பம் தாங்கும் பாக்டீரியாக்களின் உள் வித்துக்கள் (Spores) இருப்பதையும் கண்டறிந்தார்.

நோய்களில் நுண்ணுயிர்களின் செயல்பாடுகளைக் கண்டறிதல்

ப்ராகாஸ்ட்ரோ போன்றவர்கள் கண்ணுக்குத் தெரியாத நுண்ணுயிர்கள் நோய்களை உண்டாக்குவதாகக் கருதினாலும், பழங்காலத்தில் நோய்களானது பேய்கள், பிசாசுகள் மூலம் அல்லது "மியாஸ்மஸ்" போன்ற விஷவாயுக்கள் மூலம் அல்லது உடலிலுள்ள நான்கு வகைத் திரவங்களின் சமன்பாடுகள் மாறுவதன்மூலம் தோன்றுவதாகவும், பல்வேறு நம்பிக்கைகள் இருந்தன. நோய்கள் நுண்ணுயிர்க் கிருமிகள் மூலமாக தோன்றுகின்றன என்ற கோட்பாட்டிற்கான ஆதாரங்கள் 19-ஆம் நூற்றாண்டின் துவக்கத்திலிருந்தே வரத் துவங்கின. அகோஸ்டினோ பாஸி (Agostino Bassi, கி.பி.1773-1856) முதன் முதலில் நுண்ணுயிர்கள் நோய் பரப்புவதற்கானக் காரணிகளாக செயல்படக்கூடும் என்பதை 1835-ல் பட்டுப்புழுவில் உண்டாகும் ஒருவகை நோய் ஒரு பூஞ்சை (Fungi) யால் உண்டாகிறது என்பதை விளக்கியதின் மூலம் நிரூபித்தார். அவர் மேலும் பலவகை நோய்கள் நுண்ணுயிர்கள் மூலம் உருவாகக்கூடும் என்றும் தெரிவித்தார். கி.பி.1845-ல் எம்.ஜெ.பெர்க்லீ (M.J.Berkeley) என்ற விஞ்ஞானி உருளைக்கிழங்கில் உண்டாகும் கருகல் நோய் (Great Potato Blight) ஒருவகை பூஞ்சையின் மூலம் உண்டாகிறது என்று நிரூபித்தார். நொதித்தல் பற்றிய ஆய்வுகளில் வெற்றியடைந்த லூயி பாஸ்டரிடம் பட்டுப்புழுக்களில் உண்டாகும் ஒருவகை நோய் (Pébrine disease) பட்டு வளர்ப்புத் தொழிலை மிகவும் பாதித்ததால் அதற்கானக் காரணத்தைக் கண்டறியும்படி பிரஞ்சு அரசு கேட்டுக் கொண்டது. அதற்காகப் பல வருடங்கள் ஆராய்ச்சி செய்தபின், அந்த நோய் ஒருவகை முதலுயிரி (Protozoa) மூலம் ஏற்படுகிறது என்பதையும், பட்டுப்புழுக்களை நல்ல உடல் தகுதியுள்ள ஆரோக்கியமான அந்துப் பூச்சிகள் (Healthy Moths) மூலம் பெறப்படும் முட்டைகளிலிருந்து உற்பத்தி செய்தால் அந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த முடியும் என்பதையும் கண்டறிந்தார்.

ஆங்கிலேய மருத்துவர் ஜோசப் லிஸ்டர் (Joseph Lister, கி.பி.1827-1912) என்பவர் நுண்ணுயிர்கள் மனித நோய்களுக்கானக் காரணிகள் என்பதற்கான மறைமுகமான ஆதாரங்களை காயங்களில் சீழ் பிடிக்காமலிப்பதற்காக அவர்

செய்த ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து அளித்தார். லூயி பாஸ்டரின் நொதித்தல் மற்றும் புரதக்கெடுதல் (Putrefaction) தொடர்புடைய ஆராய்ச்சிகளால் மனம் கவரப்பட்ட லிஸ்டர், காயங்களில் நுண்ணுயிர்கள் புகுந்து சீழ்பிடிக்காமலிருக்க நுண்ணுயிர் பரவல் தடுக்கப் பெற்ற அறுவை சிகிச்சை முறையை உருவாக்கினார். அவர் வெப்பத்தினால் கிருமி நாசம் செய்யப்பட்ட உபகரணங்களை அறுவை சிகிச்சைக்கு உபயோகப்படுத்தினார். மேலும் அறுவை சிகிச்சை முடிந்தபின்பு கட்டுகள் போடும் போதும், அறுவை சிகிச்சை செய்யப்பட்ட உடற்பகுதியில் பீனாலை (Phenol) தெளித்தார். இதன் மூலம் நுண்ணுயிர்கள் நோயூக்கத்தில் (Pathogenesis) முக்கியக் காரணிகளாக இருக்கின்றன என்பதற்கான வலுவான ஆதாரத்தை அவர் வழங்கினார். ஏனெனில் பீனால் பாக்டீரியாக்களை அழித்ததுடன், மேலும் புதிய நோய் தொற்றுவதையும் தடுக்கும் காரணியாகச் செயல்பட்டது.

முதன் முதலாக பாக்டீரியாக்கள் தான் ஆந்த்ராக்ஸ் எனப்படும் சீக்கட்டு (Anthrax) நோய்க்குக் காரணம் என்பதை ஜெர்மானிய மருத்துவர் ராபர்ட் கோச் (Robert Koch, கி.பி. 1843-1910) என்பவர் நிரூபித்தார். கோச் தமது ஆசிரியர் ஜேக்கப் ஹென்லி (Jacob Henle, கி.பி.1809-1885) யின் ஆராய்ச்சி வழிமுறைகளைப் பின்பற்றி பாஸில்லஸ் ஆந்த்ராக்ஸ் *(Bacillus anthracis)* என்ற பாக்டீரியாவிற்கும் சீக்கட்டு (ஆந்த்ராக்ஸ்) நோய்க்கும் உள்ள தொடர்பை நிரூபிப்பதற்கான தனது கண்டுபிடிப்புகளை 1876-ல் வெளியிட்டார். (பெட்டி 1.1ல் அவரது ஆய்வுமுறை காட்டப்பட்டுள்ளது). அவர் நல்ல ஆரோக்கியமான சுண்டெலிகளுக்குள் நோயுற்ற சுண்டெலிகளிடமிருந்து பெறப்பட்ட இரத்தத்தினை ஊசிமூலம் செலுத்தியபோது அவை நோயுற்றன. சீக்கட்டு (anthrax) பாக்டீரியாக்களைத் தொடர்ச்சியாக ஒரு சுண்டெலியிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு என 20 சுண்டெலிகளுக்கு வரிசையாக செலுத்திப் பின் பெறப்பட்ட மண்ணீரலின் ஒரு துண்டை சீரத்தில் (Serum) வளர்த்த போது, அதில் அப்பாக்டீரியாக்கள் வளர்ச்சியடைந்து உள்வித்துக்களை (Spores) உற்பத்தி செய்தன. அவற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பாக்டீரியாக்கள் அல்லது ஸ்போர்களை சுண்டெலிகளின் உடலில் ஊசிமூலம் செலுத்தப்பட்டபோது அவை நோயுற்றன. நோய்க்கும், நுண்ணுயிர்களுக்கும் உள்ள தொடர்பினை நிரூபிக்கும் இந்த வழிமுறை கோச்சின் வழிமுறைகள் (Koch's postulates) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வழி முறையைப் பின்வருமாறு சுருக்கமாக அளிக்கலாம்.

1. ஒவ்வொரு நோய்க்கும் ஒரு நுண்ணுயிர் காரணியாக இருக்கும். அந்நுண்ணுயிர் ஆரோக்கியமான உயிரினங்களில் இருக்காது.
2. நோய்க்குக் காரணமாக சந்தேகிக்கப்படும் அந்த நுண்ணுயிரியைப்

பிரித்தெடுத்து தூய வளர்ப்பு முறையில் (Pure culture) வளர்க்கப்படவேண்டும்.

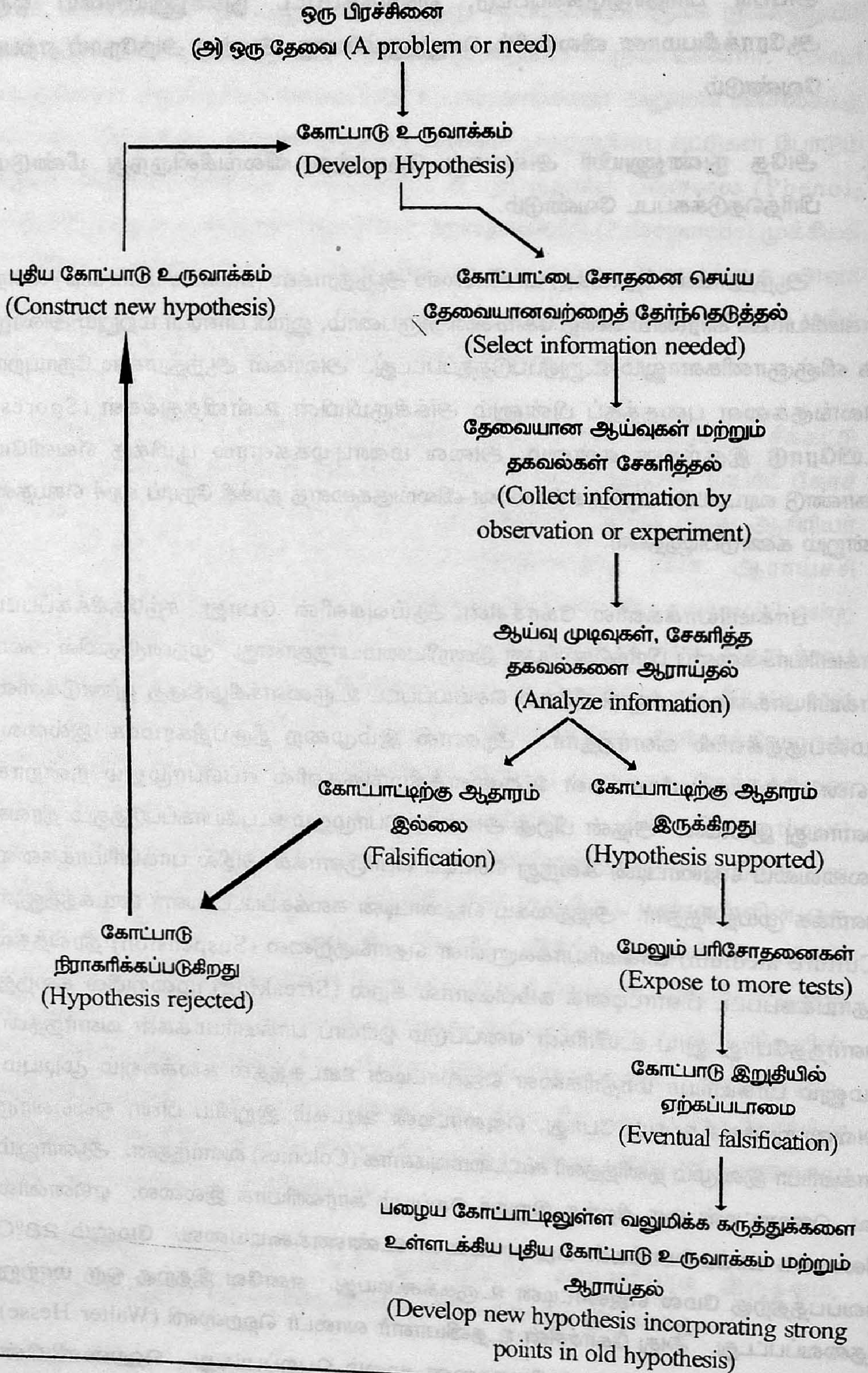
3. அப்படி பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, வளர்க்கப்பட்ட நுண்ணுயிரியை ஒரு ஆரோக்கியமான விலங்கில் செலுத்தும்போது அதற்கு அந்நோய் ஏற்பட வேண்டும்.

4. அதே நுண்ணுயிரி அவ்வாறு நோயுற்ற விலங்கிலிருந்து மீண்டும் பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டும்.

ஆந்த்ராக்ஸ் நோய்க்கு பாஸில்லஸ் ஆந்த்ராக்ஸ் (*Bacillus anthracis*) என்ற பாக்டீரியாவே காரணம் என்ற கோச்சின் நிருபணம், லூயி பாஸ்டர் மற்றும் அவரது சக விஞ்ஞானிகளாலும் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. அவர்கள் ஆந்த்ராக்ஸ் நோயுற்ற விலங்குகளை புதைத்தப் பின்னும் அக்கிருமியின் உள்வித்துக்கள் (Spores) உயிரோடு இருந்தன என்றும், அவை மண்புழுக்களால் பூமிக்கு வெளியே கொண்டு வரப்பட்டு, ஆரோக்கியமான விலங்குகளைத் தாக்கி நோய் வரச் செய்தன என்றும் கண்டுபிடித்தனர்.

பாக்டீரியாக்களில் கோச்சின் ஆய்வுகளின் போது, சந்தேகிக்கப்பட்ட பாக்டீரியாக்களைப் பிரித்தெடுப்பது இன்றியமையாததானது. முதன்முதலில் அவர் பாக்டீரியாக்களை, கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்ட உருளைக்கிழங்குத் துண்டுகளின் மேல்பகுதிகளில் வளர்த்தார். ஆனால் இம்முறை திருப்திகரமாக இல்லை. ஏனெனில் பாக்டீரியாக்கள் உருளைக்கிழங்குகளில் எப்பொழுதும் நன்றாக வளர்வது இல்லை. அதன் பிறகு அவர் எப்பொழுதும் உபயோகப்படுத்தும் திரவக் கலவையை ஜெலாட்டின் கலந்து கெட்டிப் பொருளாக்கி அதில் பாக்டீரியாக்களை வளர்க்க முயற்சித்தார். அத்தகைய ஜெலாட்டின் கலக்கப்பட்ட வளர் ஊடகத்தினுள் (Culture medium) பாக்டீரியாக்களுள்ள தொங்குநிலை (Suspension) திரவத்தில் தோய்க்கப்பட்ட பிளாட்டினக் கம்பிகளால் கீறல் (Streaking) முறையில் கலந்து வளர்த்தபோது தூய உயிரிகள் எனப்படும் ஓரினப் பாக்டீரியாக்கள் வளர்ந்தன. மேலும் பாக்டீரியா மாதிரிகளை ஜெலாட்டின் ஊடகத்தில் கலக்கவும் முடியும். அவ்வாறு கலக்கப்பட்டபோது, ஜெலாட்டின் ஊடகம் இறுகிய பின், ஒவ்வொரு பாக்டீரியா இனமும் தனித்தனி கூட்டமைவுகளாக (Colonies) வளர்ந்தன. ஆனாலும் கூட ஜெலாட்டின் ஒரு சிறந்த இறுகச் செய்யும் காரணியாக இல்லை. ஏனெனில் சிலவகை பாக்டீரியாக்கள் ஜெலாட்டினை உண்ணக்கூடியவை. மேலும் 28^0C வெப்பத்திற்கு மேல் ஜெலாட்டின் உருகக்கூடியது. எனவே இதற்கு ஒரு மாற்று தேவைப்பட்டது. அது கோச்சின் உதவியாளர் வால்டர் ஹெஸ்ஸி (Walter Hesse) என்பவரது மனைவியின் ஆலோசனை மூலம் பெறப்பட்டது. ஹெஸ்ஸியின்

பெட்டி 1.1.
கோச்சின் (Koch's) அறிவியல் ஆய்வு முறை



மனைவி சமையலில் இறுகவைக்கும் காரணியாக அகாரை (Agar) உபயோகப்படுத்தி வெற்றி கண்டதால், அதையே இந்த பாக்டீரியாக்களை வளர்க்கும் ஊடகங்களை இறுகச் செய்யும் பொருளாக உபயோகப்படுத்தலாம் என யோசனை தெரிவித்தார். அகார் (Agar) சிவப்புப் பாசியிலிருந்து உற்பத்தி செய்யப்படும் ஒரு பல்கூட்டு பாலிசாக்கரைடு ஆகும். இதன் உருகும் நிலை 100°C மற்றும் திடமடையும் நிலை 44°C ஆகும். மேலும் இது நுண்ணுயிரிகளின் கூட்டமைவுகளைக் கண்டுகொள்வதை எளிதாக்கும் விறைப்பான ஒளி ஊடுருவும் ஒரு ஜெல்லை (Gel) உற்பத்தி செய்கிறது. கார்போஹைட்ரேட்டான இப்பொருள் பெரும்பாலான பாக்டீரியாக்களால் எளிதில் சிதைக்கப்படுவதில்லை. இக்காரணங்களால் ஜெலாட்டினுக்குப் பதில் அகாரைத் திடப்படுத்தும் காரணியாகப் பயன்படுத்தத் தொடங்கினார்கள். ஒரு நூற்றாண்டிற்கு முன்னர் அகார் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதிலிருந்து இதைவிட சிறந்த மாற்றுப் பொருள் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. கோச்சின் இன்னொரு உதவியாளர் ரிச்சர்டு பெட்ரி (Richard Petri) என்பவர் இந்த வளர் ஊடகத்தை வைக்க ஒருவகைத் தட்டை உருவாக்கினார். அது அவரது பெயரிலேயே பெட்ரியின் தட்டு (Petri disk) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இத்தகைய விஞ்ஞான முன்னேற்றங்கள் ஓரினப் பாக்டீரியாக்களைப் பிரிக்கவும், வளர்க்கவும் சிறப்பான வழிமுறைகளை வகுத்தன. அவை பாக்டீரியா அறிவியலின் வளர்ச்சியைப் பல வழிகளிலும் ஊக்குவித்தன.

கோச் மனித உடலிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பாக்டீரியாக்களை வளர்க்கும் முறைகளையும் உருவாக்கினார். நோயூக்கும் (Pathogenic) நுண்ணுயிர்களுக்கேற்ற வளர்ப்பூடகத்தைத் தயாரிப்பது கோச் மற்றும் அவரது கூட்டாளிகளுக்குப் பெரும் தொழில்நுட்பப் பிரச்சினையாக அமைந்தது. நோயூக்கும் நுண்ணுயிரிகள் நோய் தொற்றிய ஓம்புயிரியின் (Host) திசுக்களில் மட்டுமே காணப்படுவதால் இவ்வுயிரிக்கு வெளியே வளர்ப்பூடகங்களில் இந்நுண்ணுயிர்களை வளர்ப்பது அவ்வூடகங்கள் அவ்உயிரியின் திசுச்சேர்க்கையை ஒத்திருந்தால் மட்டுமே சாத்தியமாகும். எனவே இறைச்சிச்சாறு (Meat extract), புரதக்கூறுகள் (Protein digests) போன்ற உடற்திரவங்களை ஒத்தவற்றை சத்துப் பொருட்களாக கோச் உபயோகப்படுத்தினார். இவையே இந்நாளில் பாக்டீரியாக்களை வளர்க்கப் பெரிதும் பயன்படும் ஊட்டச்சாறு (Nutrient broth) மற்றும் ஊட்டச்சத்து அகார் (Nutrient Agar) போன்ற வளர்ப்பு ஊடகங்களாக வளர்ச்சிபெற்றுள்ளன.

கி.பி.1882 அளவில், கோச் இம்முறைகளை உபயோகப்படுத்தி காசநோய்க்கான பாக்டீரியாவைப் பிரித்தெடுத்தார். அதன்பிறகு நுண்ணுயிரியல் வரலாற்றில் பொற்காலம் எனப்படும் 30 - 40 ஆண்டுகளில் பெரும்பாலான

நோயூட்டும் பாக்டீரியாக்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டன (பட்டியல் 1.2).

பட்டியல் 1.2. நுண்ணுயிரியல் வரலாற்றில் சில முக்கிய நோய்க்கிருமிகள் கண்டறியப்பட்ட நிகழ்வுகள்

வ. எண்	நோய்	நோய்க்கிருமி	கண்டறிந்த விஞ்ஞானி	வருடம்
1.	ஆந்த்ராக்ஸ் (Anthrax)	பாஸில்லஸ் ஆந்தராக்ஸிஸ் (*Bacillus anthracis*)	கோச் (Koch)	1876
2.	கோனோரியா (Gonorrhea)	நெய்செரியா கோனோரியே (*Neisseria gonorrhoeae*)	நெய்செர் (Neisser)	1879
3.	டைபாய்டு சுரம் (Typhoid Fever)	சால்மோனெல்லா டைபி (*Salmonella typhi*)	ஈபெர்த் (Eberth)	1880
4.	மலேரியா (Malaria)	ப்லாஸ்மோடியம் வகை (*Plasmodium spp*)	லாவெரன் (Laveran)	1880
5.	காசநோய் (Tuberculosis)	மைகோபாக்டீரியம் டியுபெர்குலோஸிஸ் (*Mycobacterium tuberculosis*)	கோச் (Koch)	1882
6.	காலரா (Cholera)	விப்ரியோ காலரே (*Vibrio cholerae*)	கோச் (Koch)	1883
7.	டிப்தீரியா (Diptheria)	கோரின்பாக்டீரியம் டிப்தீரியே (*Corynebacterium diphtheriae*)	கிளப்ஸ் மற்றும் நட்டால் (Klebs and Nuttal)	1883-1884
8.	டெட்டானஸ் (Tettanus)	க்ளாஸ்ட்ரீடியம் டெட்டனி (*Clostridium tetani*)	நிக்கோலேயர் (Nicolayer)	1885
9.	டயாரியா (எ) வயிற்றுப்போக்கு (Diarrhoea)	எஸ்செரிசியா கோலி (*Escherichia coli*)	எஸ்செரிச் (Escherich)	1885
10.	நிமோனியா (Pneumonia)	ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் நிமோனியே (*Streptococcus pneumoniae*)	ஃபரான்க்கெல் (Fraenkel)	1886
11.	மெனிஞ்சிடிஸ் (Meningitis)	நெய்செரியா மெனிஞ்சிடிடிஸ் (*Neisseria meningitidis*)	வீச்செல்பாம் (Weichselbaum)	1887

12.	அன்டுலென்ட் சுரம் (Undulent fever)	புருசெல்லா வகை (*Brucella spp.*)	புருஸ் (Bruce)	1887
13.	வாயு அழுகல்நோய் (Gas gangrene)	க்ளாஸ்ட்ரீடியம் பெர்ஃபிரின்ஜென்ஸ்	வெல்ச் மற்றும் நட்டால்	1892
14.	ப்ளேக் (Plague)	எர்சினியா பெஸ்டிஸ் (*Yersinia pestis*)	கிடாஸடோ மற்றும் எர்ஸின் (Kitasato and Yersin)	1894
15.	போட்டுலிஸம் (Botulism)	க்ளாஸ்ட்ரீடியம் போட்டுலினம் (*Clostridium botulinum*)	வான் எர்மென்ஜெம் (Van Ermengem)	1896
16.	டிசென்ட்ரி (எ) வயிற்றுப்போக்கு (அ) பேதி (Dysentery)	சிஜெல்லா டிசென்ட்ரியே (*Shigella dysenteriae*)	ஷிகா (Shiga)	1898
17.	சிபிலிஸ் (Syphilis)	ட்ரெப்போனீமா பாலிடம் (*Treponema pallidum*)	ஷாவுடின் மற்றும் ஹேஃப்மேன் (Shaudin and Hoffman)	1905
18.	கக்குவான் (Whooping)	பார்டிடெல்லா பெர்டுஸிஸ் (*Bordetella pertussis*)	பார்டெட் மற்றும் ஜென்கௌ (Bordet and Gengou)	1906
19.	மலைப்பிரதேச புள்ளி சுரம் (Rocky mountain spotted fever)	ரிக்கெட்டிஸியா ரிக்கெட்ஸி (*Rickettsia rickettsii*)	ரிக்கெட்ஸ் (Ricketts)	1909

வைரஸ்கள் கண்டுபிடிப்பு மற்றும் அவற்றால் ஏற்படும் நோய்கள் போன்றவை, லூயிபாஸ்டரின் ஒரு சகவிஞ்ஞானியான சார்லஸ் சாம்பர்லாண்டு (Charles Chamberland, 1851 - 1908) என்பவரது போர்சலீன் (Porcelein) பாக்டீரியா வடிகட்டிகளை (Bacterial filter) வடிவமைக்கும் போது ஆரம்பமாயின. முதன்முதலில் ஆய்வு செய்யப்பட்ட வைரஸ் நோயூக்கி, புகையிலையில் காணப்படும் டெபொக்கோ மொசைக் வைரஸ் (TMV) என்பதாகும்.

இதே காலத்தில், விலங்குகளில் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது மற்றும் மனிதர்களையும், கால்நடைகளையும் நோயிலிருந்து பாதுகாப்பது எப்படி என்பன பற்றியும் பெரிய அளவில் அறிவியல் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. லூயி பாஸ்டர், கோழிக்காலராவில் ஆராய்ச்சிகள் செய்யும் போது பாக்டீரியாக்களின்

பழையத் தொகுப்புகள் (old cultures) வீரியம் குறைந்திருந்ததைக் கண்டார். அதாவது அவை நோய் உண்டாக்கும் திறனை இழந்திருந்ததை அறிந்தார். கோழிக் குஞ்சுகளில் இத்தகைய வீரியம் குறைந்த பாக்டீரியாக்களை ஊசி மூலம் செலுத்திய போது, அவற்றில் நோய் உண்டாகவில்லை. மேலும், அவை அந்த பாக்டீரியாவிற்கு எதிரான நோய் எதிர்ப்புத்திறனைப் பெற்றிருந்ததையும் கண்டார். லூயிபாஸ்டர் அத்தகைய வீரியமிழந்த பாக்டீரியாக்களை வாக்சின் (Vaccine) என்றார். இலத்தீன் மொழியில் வாக்கா *(Vacca)* என்றால் பசு (Cow) என்று பொருள். பாஸ்டர், பல வருடங்களுக்கு முன்பே எட்வர்டு ஜென்னர் பெரியம்மையிலிருந்து மக்களைக் காக்க அந்நோய் தாக்கப்பட்ட பசுவின் திசுக்களிலிருந்து பெறப்பட்ட திரவத்தை உபயோகப்படுத்தினார் என்பதால் ஜென்னருடைய நினைவாக அதற்கு வாக்சின் என்று பெயரிட்டார். அதே முறை ஆந்த்ராக்ஸ் வாக்சின் தயாரிக்கவும் பயன்படுத்தப்பட்டது.

லூயிபாஸ்டர் அதன்பிறகு வெறிநாய்க்கடிக்கு வேறொரு முறையில் வாக்சின் தயாரித்தார். அந்நோய்க்கிருமியை முயல்களுக்கு செலுத்தி, அவை நோய் தாக்கி இறந்தபின், அவற்றின் மூளை மற்றும் தண்டுவடத்தைக் காயவைத்து, பொடி செய்து, கிளிசரீனுடன் கலந்து நாய்களுக்கு செலுத்திய போது, அவை நோய்எதிர்ப்பு சக்தி பெற்றன. அப்போது, வெறிநாயால் கடிக்கப்பட்ட ஜோசப் மீஸ்டர் (Joseph Meister) என்ற ஒன்பது வயது சிறுவனை அவரிடம் அழைத்து வந்தனர். சரியான சிகிச்சையில்லாததால் அச்சிறுவன் இறப்பது நிச்சயம் என்பதால் அவனுக்கு சிகிச்சை அளிக்க பாஸ்டர் ஒப்புக் கொண்டார். அவர் ஜோசப்பின் உடலில் அடுத்த 10 நாட்களில் 13 முறை படிப்படியான வீரியம் அதிகரிக்கப்பட்ட அந்நோய் பரப்பும் வைரஸ்களை வாக்சினாகச் செலுத்தினார். அச்சிறுவன் இந்த சிகிச்சை முறையால் பிழைத்துக் கொண்டான். லூயி பாஸ்டருக்கு நன்றி தெரிவிக்கும் வகையில் உலக மக்கள் பலநன்கொடைகள் மூலம் பாஸ்டர் இன்ஸ்டியூட் (Pasteur Institute) -ஐ பாரிஸில் ஏற்படுத்தினர். அந்த நிறுவனத்தின் முதல் பணி வாக்சின்கள் தயாரிப்பதாக இருந்தது.

டிப்தீரியா உண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின், எமில்வான் பெஹ்ரிங் (Emil von Behring, கி.பி.1854-1917) ஷிபாஸபூரோ கிடாஸாட்டோ (Shibasaburo Kitasato, கி.பி.1852-1913) ஆகியோர் வீரியம் நீக்கப்பட்ட அந்நோய்க்கான நஞ்சினை முயல்களின் உடலில் ஊசி மூலம் செலுத்தி, நச்சு எதிர்ப்புப் பொருள்களை (antitoxins) இரத்தத்தில் உண்டாக்கி அந்நஞ்சினை செயலிழக்கச் செய்து, நோயிலிருந்து காக்கும் வேதிப்பொருட்களை உற்பத்தி செய்ய வைத்தனர். அதே முறையில் டெட்டனஸ் வாக்சினும் பிறகு உருவாக்கப்பட்டது.

இந்த இரண்டு வகையான வாக்சின்களும் மக்களுக்கு சிகிச்சையளிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டன.

மேற்குறிப்பிட்ட எதிர் நச்சுப்பொருள் (antitoxin) கள் நோய் எதிர்ப்புச்சக்தி இரத்தத்தில் கரைந்துள்ளப் பொருட்களிலிருந்து கிடைக்கக்கூடும் என்பதற்கான ஆதாரங்களை அளித்தன. அவை இப்பொழுது ஆன்டிபாடிகள் (antibodies) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய நோய்எதிர்ப்புத்திறனுக்கு இரத்தவழி நோய் எதிர்ப்புத்திறன் (Humoral Immunity) என்று பெயர். இதே போன்று இரத்தச் செல்வழி நோய்எதிர்ப்புத்திறன் (Cellular Immunity) என்பதை, எலி மெட்ச்னிகாப் (Elie Metchnikoff, கி.பி.1845-1916) என்பவர் இரத்த வெள்ளையணுக்கள் நோய் உண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்களை விழுங்குவதை ஆய்வில் கண்டறிந்தபோது அறியப்பட்டது. அவர் இத்தகைய செல்களை விழுங்கும் செல்கள் (Phagocytes) என்றும் இந்தச் செயலை செல் விழுங்குதல் (Phagocytosis) என்றும் அழைத்தார்.

கரிம மற்றும் கனிமப் பொருட்களில் நுண்ணுயிர்கள் செயல்பாடு பற்றிய கண்டுபிடிப்புகளின் வரலாறு :

கி.பி.1837-ல் தியோடர் ஸ்வான் மற்றும் சில அறிவியலாளர்கள் சர்க்கரைப் பொருட்களை ஆல்கஹால் ஆக மாற்றுவதற்கு நொதித்தல் முறையில் ஈஸ்ட் செல்களே காரணம் என்று கூறினாலும், அக்காலத்திலிருந்த வேதியியல் வல்லுநர்கள் நுண்ணுயிர்கள் இதற்குக் காரணமல்ல என்று கருதினர். அவர்கள், மாறாக, நொதித்தல் என்பது சர்க்கரையை ஆல்கஹாலாகச் சிதைக்கும் ஒருவகையான இரசாயன நிலைப்பின்மை என்று உறுதியாக நம்பினர். கி.பி.1856 பிரான்சை சேர்ந்த வில்லி என்ற தொழிலதிபர் எத்தனால் உற்பத்தித் தொடர்பான ஒரு பிரச்சனைக்காக பாஸ்டரை அணுகினார். அவருடைய ஆல்கஹால் உற்பத்தி செய்யும் தொழிலில் நொதித்தல் சரிவர நடைபெறாமல் ஆல்கஹால் உற்பத்தி அளவு குறைந்ததுடன் அது கசப்பாகவும் மாறியது. பாஸ்டர் தமது ஆய்வுகளின் மூலம் இதற்கு ஆல்கஹால் உற்பத்தி செய்யும் ஈஸ்ட்களுக்குப் பதிலாக லாக்டிக் அமிலம் உற்பத்தி செய்யும் நுண்ணுயிர்கள் அவற்றில் தோன்றியமையே காரணம் என்று கண்டறிந்தார். இந்தப் பிரச்சனையைத் தீர்க்க முயலும் தமது ஆய்வுகளின் முடிவில், பாஸ்டர் எல்லாவகையான நொதித்தல்களுக்கும் ஒவ்வொரு வகையான தனித்தனி ஈஸ்ட்கள் மற்றும் பாக்டீரியாக்கள் காரணமாக அமைகின்றன என்று விளக்கி, தமது கண்டுபிடிப்புகளை கி.பி.1857 முதல் 1860 வரை பல ஆய்வுக்கட்டுரைகளின் மூலம் பல இதழ்களில் பிரசுரித்தார். பாஸ்டரின் இத்தகைய ஆய்வு வெற்றிகள் ஒயின் (Wine) மூலம் பரவும் நோய்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளுக்கும், ஒயினைப் பாதுகாக்கும் பாஸ்டியர் முறை (Pasteurization) க்கும்

அடிகோலின. பாஸ்டரின் நொதித்தல் பற்றிய ஆய்வுகள் சுமார் இருபது ஆண்டுகள் நீடித்தன. அவருடைய மிகமுக்கியமானக் கண்டுபிடிப்புகளில், நொதித்தலுக்குக் காரணமான நுண்ணுயிர்களில் சில ஆக்ஸிஜன் இல்லாமல் வாழக்கூடிய காற்றில்லா நிலைவாழ் உயிரிகள் (anaerobes) என்றும் மற்றவை காற்றுள்ள நிலையிலும் (aerobic) அல்லது காற்றில்லா நிலையிலும் (Facultative anearobic) வாழக்கூடிய நுண்ணுயிர்கள் ஆகும் என்பதுவும் ஒன்றாகும்.

ஒரு சில நுண்ணுயிர் அறிவியல் முன்னோடிகள் சுற்றுச்சூழலில் நுண்ணுயிர்கள் பங்கு பற்றிய ஆய்வுகளை மேற்கொண்டனர். அவர்கள், குறிப்பாக மண் மற்றும் கார்பன், நைட்ரஜன் மற்றும் கந்தக (Sulfur) சுழற்சிகளில் நுண்ணுயிர்களின் பங்குபற்றி ஆய்ந்தனர். அவர்களில் செர்ஜியஸ் வினோக்ராட்ஸ்கி (Sergius Winogradsky, கி.பி.1857-1953), மார்டினஸ் பெய்ஜெரின்க் (Martinus Beigerinck, கி.பி.1851-1931) என்ற இருமுன்னோடிகள் முக்கியமானவ்ர்களாவர். ரஷ்யாவைச் சேர்ந்த செர்ஜியஸ் வினோக்ராட்ஸ்கி மண் நுண்ணுயிரியலில் பல சிறந்த பங்களிப்புகளைக் கொடுத்துள்ளார். அவர் சில மண்வாழ் பாக்டீரியாக்கள் இரும்பு, கந்தகம் மற்றும் அம்மோனியாவை ஆக்ஸிஜன் மூலம் சிதைத்து (Oxidation) தமக்குத் தேவையான சக்தியைப் பெறக்கூடியவை என்றும், மற்றும் பல மண்வாழ் பாக்டீரியாக்கள் ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் உயிரினங்கள் போல் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை (கரியமிலவாயுவை) மண்ணில் கரிமப்பொருட்களில் சேர்க்கக்கூடியவை என்றும் கண்டறிந்தார். வினோக்ராட்ஸ்கி காற்றில்லா நிலைவாழ், நைட்ரஜானாக்கம் செய்யக்கூடிய, மண்வாழ் பாக்டீரியாக்களை (anaerobic nitrogen - fixing bacteria) பிரித்தெடுத்தார். மேலும் அவர் நுண்ணுயிர்கள் மூலம் செல்லுலோஸ் சிதைப்பையும் ஆராய்ந்தார்.

மார்டினஸ் பெய்ஜெரின்க் (Martinus Beijerinck) நுண்ணுயிர் சூழலியலில் மற்றும் பல நுண்ணுயிர் பிரிவுகளில் பல அடிப்படை பங்களிப்புகளைச் செய்த மிகச்சிறந்த நுண்ணுயிர் அறிவியலாளர்களில் ஒருவர். அவர் அசோட்டோ பாக்டர் (*Azotobactor*) என்ற காற்றுவாழ் நைட்ரஜனாக்கம் செய்யும் பாக்டீரியா, ரைசோபியம் (*Rhizobium*) என்ற வேர்முடிச்சுகளில் வாழ் நைட்ரஜனாக்கம் செய்யும் பாக்டீரியா மற்றும் சல்பேட் சிதைக்கும் பாக்டீரியா ஆகியவற்றை முதன்முதலில் பிரித்தெடுத்தார். பெய்ஜெரின்க் மற்றும் வினோகிராட்ஸ்கி ஊட்டச்சத்து மிக்க ஊடக வளர்ப்புமுறை (enrichment - culture technique) மற்றும் தெரிந்தெடுக்கப்பட்ட நுண்ணுயிர் வளர்ப்பு ஊடகம் உபயோகிக்கும் முறை போன்ற மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த நுண்ணுயிரியல் முறைகளை உருவாக்கினர்.

இருபதாம் நூற்றாண்டில் நுண்ணுயிரியல் வளர்ச்சி :

இருபதாம் நூற்றாண்டின் ஆரம்ப காலங்களில், நுண்ணுயிரியல் மற்ற உயிரியல் துறைகளிலிருந்து தனி முக்கியத்துவம் பெற்று வளர்ச்சியடைந்தது. உயிரியல் வல்லுநர்கள் இக்காலத்தில் செல் அமைப்பு மற்றும் இயக்கம், தாவரம் மற்றும் விலங்குகளின் சூழலியல், உயிர்களின் இனப்பெருக்கம் மற்றும் கருவளர்ச்சி, பாரம்பரியயியல் மற்றும் பரிணாமம் போன்றவற்றில் கவனம் செலுத்தினர். ஆனால் நுண்ணுயிரியலாளர்கள் தொற்றுவியாதிகள், நோய் எதிர்ப்புத்திறன், புதிய மருந்துகள் மற்றும் பாக்டீரியாக்களின் வளர்சிதை மாற்றம் ஆகியவற்றில் கவனம் செலுத்தினர்.

கி.பி.1940களில் நுண்ணுயிரியல் மற்ற உயிரியல் துறைகளானப் பாரம்பரியவியல் மற்றும் உயிர் வேதியியல் ஆகியவற்றுடன் நெருங்கியத் தொடர்பினை வளர்த்துக் கொண்டது. நுண்ணுயிர்கள் மிக உபயோகரமான சோதனை உயிர்கள், ஏனெனில் அவை மிகவும் சாதாரண உடலமைப்பு, வேகமான வளர்ச்சி மற்றும் மிகப்பெரிய அளவில் வளர்க்கப்படக்கூடிய தன்மை போன்ற குணங்களைப் பெற்றவை. ஜியார்ஜ் பீடில் மற்றும் எட்வர்ட் டாட்டம் (Beadle and Tatum) ஆகியோர் ஜீன்கள் - என்ஸைம்கள் இடையேயானத் தொடர்பை நியூரோஸ்போரா (*Neurospora*) வில் ஆராய்ந்தனர். சால்வடோர் லூரியாவும் (Salvodore Luria) மேக்ஸ்டெல்புருக்கும் (Max Delbruck) (கி.பி.1943) இணைந்து திடீர் மாற்றம் பெற்ற பாக்டீரியாக்களை உபயோகித்து ஜீன்களில் திடீர் மாற்றம் தானாகவே நிகழ்கின்றன என்று காட்டினர். ஆஸ்வால்டு ஏவ்ரி, காலின் மெக்லாய்டு மற்றும் மேக்லின் மெக்கார்ட்டி (Oswald T.Avery, Colin M.MacLeod and Maclyn McCarty) ஆகியோர் கி.பி.1944-ல் டி.என்.ஏ. தான் மரபுப் பொருள் என்பதையும் அவை பாரம்பரியக் குணங்களைப் பாக்டீரியாக்களில் மாற்றங்கள் உண்டாகும் போது கடத்தின என்பதையும் ஆதாரப்பூர்வமாக நிரூபித்தனர். நுண்ணுயிரியல், பாரம்பரியயியல் மற்றும் உயிர் வேதியியல் ஆகியவற்றிடையேயான கூட்டிணைப்பு நவீன மூலக்கூற்று பாரம்பரியவியல் (Molecular genetics) தோன்றக் காரணமாயிற்று.

அண்மைக் காலங்களில் நுண்ணுயிரியல், மூலக்கூற்று உயிரியல் (Molecular Biology) என்ற பிரிவு தோன்ற மிக முக்கிய காரணியாக இருந்தது. நுண்ணுயிர் ஆய்வாளர்கள் ஜீன் குறியீடு (Genetic code) டி.என்.ஏ, ஆர்.என்.ஏ. மற்றும் புரதச்சேர்க்கை ஆகியவை பற்றிய விளக்கங்களில் ஈடுபட்டிருந்தனர். ஜீன்கள் மற்றும் நொதிகளின் இயக்கங்கள் பற்றிய ஆரம்பகால ஆய்வுகளில் நுண்ணுயிர்கள் உபயோகப்படுத்தப்பட்டன. கி.பி.1970களில் நுண்ணுயிரியியலில்

ஏற்பட்ட புதிய கண்டுபிடிப்புகள் டி.என்.ஏ. இணைப்பு தொழில்நுட்பம் (DNA Technology) மற்றும் ஜீன் தொழில்நுட்பம் (Genetic engineering) போன்ற புதிய உயிரியல் முறைகள் தோன்ற வழிவகுத்தன. இருபதாம் நூற்றாண்டில் நுண்ணுயிரியல் பெற்ற முக்கியத்துவத்தை, இக்கால கட்டிடத்தில் மருத்துவம் மற்றும் உடற்செயலியலில் வழங்கப்பட்ட நோபல் பரிசுகளில் மூன்றிலொருபங்கை நுண்ணுயிரியலில் ஆய்வுகள் மேற்கொண்ட விஞ்ஞானிகளுக்கு வழங்கப்பட்டன என்பதிலிருந்து அறியலாம் (பட்டியல் 1.3).

பட்டியல் 1.3. நுண்ணுயிரியலில் நோபல் பரிசுகள்

வ. எண்	வருடம்	விஞ்ஞானியும் அவரது நாடும்	ஆராய்ச்சி
1.	1901	ஈ. வான் பெஹ்ரிங் (ஜெர்மனி) (E. Von Behring, Germany)	டிப்தீரியா நச்சு எதிர்ப்பொருள் கண்டுபிடிப்பு
2.	1902	ஆர்.ராஸ் (இங்கிலாந்து) (R.Ross, Great Britain)	மலேரிய நோய்க்காரணி மற்றும் அதன் பரவல்முறை பற்றிய ஆய்வு
3.	1905	ஆர்.கோச் (ஜெர்மனி) (R.Koch, Germany)	காசநோய் ஆராய்ச்சி
4.	1907	சி.லாவெரன் (பிரான்சு) (C.Laveran, France)	நோய்களில் முதலுயிரிகளின் பங்கு
5.	1908	பி.எஹ்ர்லிச் (ஜெர்மனி) மற்றும் ஈ.மெட்ச்னிகோஃப் (ரஷ்யா) (B.Ehrlich, Germany) (E.Metchnikoff, Russia)	நோய் எதிர்ப்பு பற்றிய ஆய்வுகள்
6.	1913	சி.ரிக்கெட் (பிரான்சு) (C.Richet, France)	அனஃபைலாக்ஸிஸ் (Anaphylaxis) எனப்படும் ஒருவகை ஒவ்வாமையில் ஆய்வு
7.	1919	ஜெ.பார்டெட் (பெல்ஜியம்) (J.Bordet, Belgium)	நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பற்றிய கண்டுபிடிப்புகள்
8.	1928	சி.நிகோலி (பிரான்சு) (C.Nicolle, France)	டைஃபஸ் - சுரத்தில் ஆய்வுகள்

9.	1930	கே.லான்ட்ஸ்டீனர் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (K.Landsteiner, U.S.A.)	மனித இரத்த வகைகள் கண்டுபிடிப்பு
10.	1939	ஜி.டோமாக் (ஜெர்மனி) (G.Domagk, Germany)	ப்ரோன்டோஸில்லின் (Prontosil) பாக்டீரியா எதிர்ப்புத்தன்மை
11.	1945	ஏ.ப்ளெம்மிங் (இங்கிலாந்து) ஈ.பி.செய்ன் (இங்கிலாந்து) எச்.டிபிள்யூ.ஃப்ளோரி (ஆஸ்திரேலியா) (A.Flemming, E.B.Chain, Great Britain) H.W.Florey, Australia)	பென்சிலின் (Pencilin) கண்டுபிடிப்பு மற்றும் அதன் மருத்துவக்குணங்கள் கண்டுபிடிப்பு
12.	1951	எம்.தீலெர் (தென்னாப்பிரிக்கா) (M.Theiler, South Africa)	மஞ்சள் சுரத்திற்குத் தடுப்புமருந்து உருவாக்கம்
13.	1952	எஸ்.ஏ.வாக்ஸ்மேன் (அமேரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (S.A.Waksman, U.S.A.)	ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் (Streptomycin) கண்டுபிடிப்பு
14.	1954	ஜெ.எஃப்.என்டெர்ஸ் டி.எச்.வெல்லர் எஃப்.ராபின்ஸ் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (J.F.Enders, T.H.Weller, F.Robins, U.S.A.)	போலியோ வைரஸைத் திசு வளர்ப்பு முறையில் வளர்த்தல்
15.	1957	டி.போவெட் (இத்தாலி) (D.Bovet, Italy)	முதல் ஆன்ட்டி ஹிஸ்டமின் (Anti-Histanine) கண்டுபிடிப்பு
16.	1958	ஜி.டிபிள்யூ.பீடில் ஈ.எல்.டாட்டம் ஜெ.லெடெர்பெர்க் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (G.W.Beadle, E.L.Tatum, J.Lederberg, U.S.A.)	நுண்ணுயிர் பாரம்பரியயியலில் ஆய்வு
17.	1959	எஸ்.ஒசோவா ஏ.கோர்ன்பெர்க் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (S.Ochoa, A.Kornberg, U.S.A.)	நியூக்ளிக் (உட்கரு) அமிலங்களை உருவாக்கும் நொதிகள் கண்டுபிடிப்பு

18.	1960	எப்.எம்.பர்னெட் (ஆஸ்திரேலியா) பி.பி.மெடாவர் (இங்கிலாந்து) (F.M.Burnet, Australia P.B.Medawar, Great Britain)	திசுக்கள் இடமாற்றம் செய்தலில் நோய் எதிர்ப்பாற்றலால் உண்டாகும் இடையூறுகள் பற்றிய ஆய்வு
19.	1962	எஃப்.எச்.சி.கிரிக் ஜே.டி.வாட்ஸன் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) எம்.வில்கின்ஸ் (இங்கிலாந்து) (F.H.C.Crick, England J.D.Watson, USA) (M.Wilkins, Great Britain)	டி.என்.ஏ. மூலக்கூற்றின் வடிவமைப்பு பற்றிய ஆய்வு
20.	1965	எஃப்.ஜேக்கப் ஏ.லுவோஃப் ஜே.மோனேட் (பிரான்சு) (F.Jacob, A.Lworf J.Monad, France)	ஜீன்களின் செயல்பாடுகள் ஒருங்கிணைப்பு
21.		எஃப்.பி.ரவுஸ் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (F.B.Rous, U.S.A.)	புற்றுநோய் உண்டாகும் வைரஸ்கள் கண்டுபிடிப்பு
22.		ஆர்.டபிள்யூ.ஹாலி, எச்.ஜி.கொரானா எம்.டபிள்யூ.நிரென்பெர்க் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (R.W.Holley, H.G.Khorana, M.W.Nirenberg, U.S.A.)	ஜீன் குறியீடுகள் கண்டுபிடிப்பு
23.	1969	எம்.டெல்புருக் ஏ.டி.ஹெர்ஷி எஸ்.ஈ.லூரியா (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (M.Delbruck, A.D.Hershey S.E.Luria, U.S.A.)	வைரஸ்கள் மற்றும் அவை செல்களைத் தாக்கும் முறைகள் பற்றிய ஆய்வு
24.	1972	ஜி.எடெல்மேன் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) ஆர்.போர்ட்டர் (இங்கிலாந்து) (G.Edelman, USA) (R.Porter, Great Britian)	நோய் எதிர்ப்பொருட்களின் வடிவமைப்பு பற்றிய ஆய்வுகள்
25.	1975	எச்.டெமின் டி.பால்டிமோர் ஆர்.டுல்பெக்கோ (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (H.Temin, D.Baltimore R.Dulbecco, USA)	ஆர்.என்.ஏ. வைரஸ்களினால் ஆர்.என்.ஏ. சார்ந்த டி.என்.ஏ. உருவாக்கம் மற்றும் டி.என்.ஏ. புற்றுநோய் வைரஸ்களின் இனப்பெருக்கம் பற்றிய ஆய்வுகள்

26.	1976	பி.பிளம்பெர்க் டி.சி.கஜ்டுசெக் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (B.Blumberg, D.C.Gajdusek, USA)	ஹெபாடிட்டிஸ் – பி வைரஸ்கள் உற்பத்தி மற்றும் பரவல் முறைகள், மெதுவான வைரஸ் நோய்த் தாக்கம் பற்றிய ஆய்வுகள்
27.	1977	ஆர்.யாலோ (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (R.Yallow, USA)	கதிர்வீச்சு முறையில் நோய் எதிர்ப்புத் திறனை கண்டறியும் முறை உருவாக்கம்
28.	1978	எச்.ஓ.ஸ்மித் டி.நாதன்ஸ் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (H.O.Smith, D.Nathans, USA) டபிள்யூ.ஆர்பர் (தென்னாப்பிரிக்கா) (W.Arber, S.Africa)	டி.என்.ஏ.வை உடைக்கும் நொதிகள் (Restriction enzymes) கண்டுபிடிப்பு மற்றும் அவற்றை உபயோகித்து மூலக்கூறு பாரம்பரியவியலில் ஆய்வுகள்
29.	1980	பி.பெனாசெராஃப் ஜி.ஸ்னெல் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (B.Benaceraf, G.Snell, USA)	திசுப்பொருத்தக் கூட்டமைப்பு எதிர்ப்பொருளாக்கிகள் (Histocompatability Antigers) கண்டுபிடிப்பு
		ஜே.டௌசெட் (பிரான்சு) பி.பெர்க் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (J.Dauselt, France P.Berg, USA)	டி.என்.ஏ. இணைப்பு நுட்பம் (Recombinant DNA Technology) கண்டுபிடிப்பு
		டபிள்யூ.கில்பெர்ட் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (W.Gilbert, USA) எஃப்.சாங்கர், இங்கிலாந்து (F.Sanger, Great Britain)	டி.என்.ஏ. வரிசை முறை கண்டுபிடிக்கும் ஆய்வு (DNA Sequencing technique) (வேதியியலில் பரிசு)
30.	1982	ஏ.கிங்(இங்கிலாந்து) (A.King, Great Britain)	படிகவியல் மின்னணு நுண்ணோக்கி மைக்ராஸ்கோப் (Crystallographic Electron Microscope) கண்டுபிடிப்பு மற்றும் வைரஸ்கள் நியூக்ளிக் அமில–புரதக் கூட்டமைப்புகளின் வடிவம் பற்றிய ஆய்வுகள்

31.	1984	சி.மில்ஸ்டீன் (இங்கிலாந்து) ஜி.ஜே.எஃப்.கோஹ்லர் (ஜெர்மனி) என்.கே.ஜெர்னி (டென்மார்க்) (C.Milstein, Great Britain; G.J.F.Kohler, Germany; N.K.Jerne, டென்மார்க்)	நோய் எதிர்ப்பியலில் ஆய்வுகள்
32.	1986	ஈருஸ்கா (ஜெர்மனி) (E.Ruska, Germany)	மின்னணு ஊடுருவும் நுண்ணோக்கி மைக்ராஸ்கோப் (Transmission Electron Microscope) கண்டுபிடிப்பு (இயற்பியலில் பரிசு)
33.	1987	எஸ்.டொனேகாவா (ஜப்பான்) (S.Tonegawa, Japan)	நோய்எதிர்ப்பொருளில் (antibody) பல்வகை அமைப்பு (diversity) மற்றும் அதற்கான பாரம்பரியக் காரணங்கள் பற்றிய ஆய்வுகள்
34.	1988	ஜே.டெய்ஸென்ஹோபெர் ஆர்.ஹுபர் எச்.மிச்செல் (ஜெர்மனி) (J.Deisenhofer, R.Huber, M.Michel, Germany)	பாக்டீரிய மேல்படலத்தில் உள்ள ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்த்தும் மையத்தைப் பற்றிய ஆய்வுகள்
35.		ஜி.எலியான் ஜி.ஹிட்சிங்க்ஸ் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்) (G.Elion, G.Hitchings, USA)	புற்றுநோய், மலேரியா மற்றும் வைரஸ் நோய்களுக்கான மருந்து கண்டுபிடிப்புகள்

நுண்ணுயிர் உலகம் :

இருவகையான செல்கள் உள்ளன. உட்கருவன்ன உடலமுடைய செல்கள் (Prokaryotic cells) மிகவும் எளிய முறை உடலமைப்புடன், உட்கரு உறையின்றி உள்ளவை. அனைத்து பாக்டீரியாக்களிலும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. மாறாக, உட்கருவுடைய செல்கள் (Eukaryotic cells) உடைய உயிர்களில் பாசிகள், பூஞ்சைகள், முதலுயிரிகள் (Protozoa) உயர்வகைத் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் அடங்கும். முன்னாளில் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் என இருபிரிவாக உயிரினங்களைப் பிரித்த முறையை மாற்றி தற்சமயம் பல உயிரியல் வல்லுநர்கள், உயிர்களைக்

குறைத்து ஐந்து பெரும்பிரிவுகளாகப் (Kingdoms) பிரிக்க வேண்டும் என்று எண்ணுகிறார்கள். அவையாவன

1. மோனோரா (அ) புரோகேரியோட்டே (Monera or Procaryotae) - உட்கருவன்ன உடலமுடைய செல்கள் பெற்ற உயிரினங்கள்

2. புரோட்டிஸ்டா (Protista) - ஒரு செல்லுடைய முதலுயிரிகள் (Protozoa), பரிணாம வளர்ச்சியில் கீழ்நிலையிலுள்ளப் பூஞ்சைகள் (lower fungi) மற்றும் சிறிய வகைப் பாசிகள் இப்பிரிவில் அடங்கும்.

3. பூஞ்சைகள் (Fungi) - இவை பல உட்கருவுள்ள, உறிஞ்சுமுறை ஊட்டம் செய்யும் பூஞ்சைகளாகும்.

4. விலங்குகள் (Animalia) - பல செல்கள் பெற்ற விலங்குகள் அடங்கிய பிரிவு.

5. தாவரங்கள் (Plantae) - உட்கருவுள்ள பல செல் பெற்ற ஒளிச்சேர்க்கைப் புரியும் தாவரங்கள் அடங்கிய பிரிவு.

நுண்ணுயிரியல், மேற்குறிப்பிட்ட மோனேரா, புரோட்டிஸ்டா மற்றும் பூஞ்சைகள் பிரிவுகளில் அடங்கிய உயிர்களைப் பற்றிய அறிவியலாகும். மேலும், மேற்குறிப்பிட்ட உயிர்வகைகளில் அடங்காவிட்டாலும் கூட, வைரஸ்களும் நுண்ணுயிரியலில் அடங்கும்.

நுண்ணுயிரியலின் குறியிலக்கெல்லை மற்றும் முக்கியத்துவம் :

நுண்ணுயிர்கள் பல்வேறு வகைப்பட்டவையாகவும், எல்லா இடங்களிலும் காணப்படுபவையாகவும், மனித இனத்தை எண்ணற்ற வகைகளில் பாதிக்கக்கூடியவையாகவும் உள்ளன. எனவே, நவீன நுண்ணுயிரியல் ஒரு மிகப்பெரிய, பலதரப்பட்ட வல்லுநர்களை உள்ளடக்கியப் பிரிவாகும். இத்துறை மருத்துவம், வேளாண்மை, உணவு அறிவியல், சூழலியல், பாரம்பரியவியல், உயிர் வேதியியல் போன்ற பல துறைகளில் மிகப் பெரியத் தாக்கங்களை ஏற்படுத்தியுள்ளது.

நுண்ணுயிரியல் அடிப்படை (Basic) மற்றும் பயன்பாட்டு (Applied) அறிவியல் கோட்பாடுகளை உள்ளடக்கியது. பல நுண்ணுயிர் வல்லுநர்கள் நுண்ணுயிர்களின் வாழ்க்கைமுறை பற்றி அறிவதை முதல் நோக்கமாகக் கொண்டவர்கள். அவர்களை வைரஸ் அறிவியலாளர்கள் (Virologists), பாக்டீரியா

அறிவியலாளர்கள் (Bacteriologists), பாசியியல் அறிஞர்கள் (Phycologists or algologists), பூஞ்சை அறிவியலாளர்கள் (Mycologists) மற்றும் முதலுயிர் அறிவியலாளர்கள் (Protozoologists) என்று அழைக்கலாம். மற்றும் சில நுண்ணுயிரியல் அறிஞர்கள் நுண்ணுயிர் உடலமைப்பு, உடல்செயலியல், நுண்ணுயிர் செல்லியல், நுண்ணுயிர் சூழலியல், நுண்ணுயிர் பாரம்பரியம், நுண்ணுயிர் மூலக்கூற்றியல், நுண்ணுயிர் வகைப்பாடு போன்றவற்றை ஆய்வு செய்கின்றனர். பல நுண்ணுயிரியல் அறிஞர்கள் மருத்துவ நுண்ணுயிரியல், உணவுப்பொருள் மற்றும் பால்பொருள் நுண்ணுயிரியல், சுகாதார முக்கியத்துவம் பெற்ற நுண்ணுயிர்கள் போன்ற பயன்பாட்டு அறிவியலில் (Applied science) கவனம் செலுத்துகின்றனர்.

மருத்துவ நுண்ணுயிரியல் (Medical Microbiology) மிகவும் முக்கியத்துவம் பெற்ற ஒரு பிரிவாகும். இத்துறை நோய் பரப்பும் நுண்ணுயிர்கள், அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் முறை மற்றும் அவற்றிற்கான சிகிச்சை முறைகள் போன்றவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். சுகாதாரத்துறை சார்ந்த நுண்ணுயிரியல் என்பது மருத்துவ நுண்ணுயிரியலின் ஒரு பிரிவாகும். இப்பிரிவு உணவு மற்றும் நீர்ப்பராமரிப்பு முறைகளைக் கண்காணித்து, தொற்று நோய்கள் பரவுவதைத் தடுக்கும் ஒரு பிரிவாகும்.

நோய் தடுப்பியல் (Immunology) என்பது நோய்க்கிருமிகளுக்கு எதிரான உடலின் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் மற்றும் பலவகை நோய் எதிர்ப்பொருட்கள் உற்பத்தி போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய மிக விரைவாக வளர்ச்சிப்பெற்றுவரும் துறையாகும். இத்துறை நுண்ணுயிரியலுடன் நெருங்கியத் தொடர்புடையதாகும்.

வேளாண் நுண்ணுயிரியல் (Agricultural Microbiology), வேளாண்மையில் தொடர்புடைய நுண்ணுயிர்கள், உணவுப் பயிர்களைத் தாக்கும் நோய்களை எதிர்க்கும் முறைகள், மண்வளம் மற்றும் தானிய உற்பத்திகளை மேம்படுத்தும் வழிவகைகள், பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் வைரஸ்களைப் பூச்சிக்கொல்லிகளாக உபயோகிக்கும் முறைகள் மற்றும் கால்நடைகளின் குடல்களில் வாழும் நுண்ணுயிர்கள் போன்றவற்றைப் பற்றிய அறிவியலாகும்.

நுண்ணுயிர்ச் சூழலியல் (Microbial Ecology) என்பது நுண்ணுயிர்களுக்கும் அவை வாழுமிடங்களுக்கிடையேயான தொடர்பு, மண் மற்றும் நன்னீர்நிலைகளில் கார்பன், நைட்ரஜன் மற்றும் கந்தகச் சுழற்சிகளில் நுண்ணுயிர்களின் பங்கு. சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுதலில் நுண்ணுயிர்களின் தாக்கம் போன்றவற்றைப் பற்றிய ஒரு அறிவியலாகும்.

உணவு மற்றும் பால்பொருள் நுண்ணுயிரியல் (Food and Dairy, Microbiology) உணவுப்பொருள் பாழ்படுதல் மற்றும் உணவுப்பொருள் மூலம் பரவும் நோய்கள் பற்றியும், பாலாடைக்கட்டி, தயிர், ஊறுகாய், பீர் (beer) போன்றவற்றைச் செய்வதில் நுண்ணுயிர் உபயோகம் பற்றியும் அறிவதாகும்.

தொழில்சார் நுண்ணுயிரியல் (Industrial Microbiology) என்பது நுண்ணுயிர்களை உபயோகித்து நோய் எதிர்ப்பொருள், தடுப்பு மருந்துகள், ஆல்கஹால், ஸ்டீராய்டுகள், வைட்டமின்கள், அமினோஅமிலங்கள் மற்றும் நொதிகள் போன்றவற்றைப் பெருமளவில் உற்பத்தி செய்யும் முறைகளடங்கியதாகும். நுண்ணுயிர்கள் மூலம் அரிய தாதுப்பொருட்களை (Minerals) பிரித்தெடுத்தலும் இதில் அடங்கும்.

நுண்ணுயிர் உடலியங்கியல் (Microbial Physiology) மற்றும் நுண்ணுயிர் வேதியியல் என்பதில் நுண்ணுயிர்கள் எவ்வாறு நோய் எதிர்ப்பொருள், நச்சுப்பொருட்கள் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கின்றன, மிகவும் கடினமான சுற்றுச்சூழலில் அவை எவ்வாறு உயிர்வாழ்கின்றன, நைட்ரஜனாக்கத்தை அவை எவ்வாறு செய்கின்றன மற்றும் பல்வேறு பௌதீக, வேதிப்பொருட்கள் நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சியை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன போன்றவை ஆராயப்படுகின்றன.

நுண்ணுயிர் பரம்பரையியல் (Microbial Genetics) மற்றும் நுண்ணுயிர் மூலக்கூறு அறிவியல் (Microbial Molecular Biology) என்பவை எப்படி ஜீன்கள் பரம்பரை குணங்களை கடத்துகின்றன, செல்கள் மற்றும் உயிர்களில் பல்வேறு செயல்களை ஜீன்கள் எவ்வாறு முறைப்படுத்துகின்றன போன்றவற்றை விளக்குகின்றன. ஜீன் தொழில் நுட்பவியல் (Genetic Engineering) இதிலிருந்து தோன்றிய ஒரு துறையாகும்.

நுண்ணுயிரியலின் எதிர்காலம் மிகவும் ஒளிமயமாக உள்ளது. டி.என்.ஏ. இணைப்புத் தொழில் நுட்பம், ஜீன் தொழில் நுட்பம் போன்றவை தோன்றியதிலிருந்து, நுண்ணுயிரியல் அறிஞர்கள், மருத்துவம், சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு, உணவு உற்பத்தி மற்றும் பாதுகாப்பு போன்றவற்றில் மிக முக்கிய பணி ஆற்றவிருக்கிறார்கள். எனவே நுண்ணுயிரியல் மற்ற இயற்கை விஞ்ஞானத்துறைகளுடன் இணைந்து மனித வாழ்க்கை மேம்பட பல அரிய பணிகளை வருங்காலத்தில் மேலும் புரிய இருக்கிறது.

2

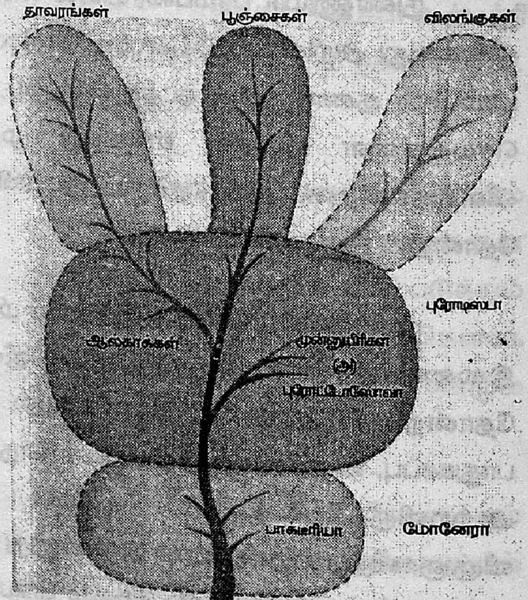
நுண்ணுயிர்களின் வகைப்பாடு

(Microbial Taxonomy)

ஈ.ஹெக்கெல் (E.Haeckel) உயிரினங்களைத் தாவரங்கள் (Plants), விலங்குகள் (Animals) மற்றும் புரோட்டிஸ்ட்கள் (Protists) என்று மூன்று தொகுதிகளாகப் (Kingdoms) பிரித்தார். இந்த வகைபாடு செடிலாட் (Sedilott) **நுண்ணுயிர்** (Microbe) என்ற சொல்லை முதன் முதலில் உபயோகிப்பதற்கு சுமார் 12 ஆண்டுகள் முந்தையதாகும். நுண்ணுயிர்கள் பற்றிய கோட்பாடுகள் முறையாக அமையாத அந்தக் காலகட்டத்தில் இவ்வகைபாடு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டதால், இதில் நுண்ணுயிர்கள், தாவரங்கள் மற்றும் முன்னுயிரிகள் தொகுதிகளில் பரவலாகப் பல்வேறு பிரிவுகளில் சேர்க்கப்பட்டன.

ஐந்துத் தொகுதிகள் (Five Kingdoms) வகைப்பாட்டு முறை :

பின்னாளில் புரோகேரியோட்டுகள் (Prokaryotes) மற்றும் உட்கரு உடைய உயிரிகள் (Eukaryotes) ஆகியவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாடுகள் நிலை நிறுத்தப்பட்டன. மேலும் பாக்டீரியா ஒரு புரோகேரியோட் வகையைச் சார்ந்த உயிரி என்ற கோட்பாட்டை ஸ்டாமிர் மறும் வான் நீல் (Stamir and Van Niel 1962) 1962 ல் நிறுவினர். கி.பி. 1969-ல் விட்டேகர் (Whittaker) ஐந்துத் தொகுதி (Five Kingdom) கோட்பாட்டை வெளியிட்டார் (படம் 2.1). ன்படி, உயிரினங்கள் தாவரங்கள் (Plantae), பூஞ்சைகள் (Fungi), விலங்குகள் (Animalia), முன்னுயிரிகள் (Protista) மற்றும் மோனேரா (Monera) என்று ஐந்துத் தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டன. நுண்ணுயிர்கள் மோனேரா (Monera)

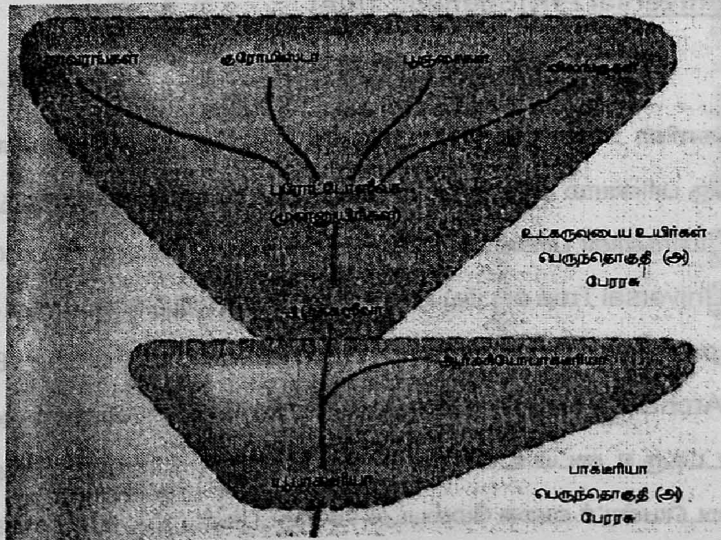


படம் 2.1 : ஐந்து உயிர்த்தொகுதிகள் (Kingdoms) கோட்பாடு

புரோட்டிஸ்டா (Protista) மற்றும் பூஞ்சைகள் (Fungi) என்று மூன்று தொகுதிகளில் பல்வேறு உட்பிரிவுகளில் தொகுக்கப்பட்டன. அண்மையில், இவ்வைந்து தொகுதிகளுக்கிடையேயான பரிணாமத் தொடர்புகள், ரிபோசோம்களிலுள்ள ஆர்.என்.ஏ. (Ribosomal RNA) -க்களின் நியூக்ளியோட்டைடுகள் வரிசையின் வேறுபாடுகளை அடிப்படையாக வைத்து விளக்கப்பட்டன.

எட்டுத் தொகுதிகள் (Eight Kingdoms) வகைப்பாட்டு முறை:

கவாலியர்-ஸ்மித் (Cavalier-Smith, 1987, 1993) என்பவர் உயிரினங்களை எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கித் தோற்றம் மற்றும் ரிபோசோம்களின் ஆர்.என்.ஏ-க்களின் நியூக்ளியோட்டைடுகள் வரிசை அமைப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் எட்டுத் தொகுதிகளாகப் (படம் 2.2) பிரித்தார். அவர் உயிரினங்களைப் பாக்டீரியாக்கள் (Bacteria) மற்றும் யூகேரியோட்டா (Eukaryota) என்ற இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்தார். பாக்டீரியாப் பெருந்தொகுதி யூபாக்டீரியா (Eubacteria) மற்றும் ஆர்க்கி பாக்டீரியா (Archaebacteria) என்ற இரு தொகுதிகளை (Kingdom) உள்ளடக்கியும், யூகேரியோட்டா என்ற பெருந்தொகுதி (Empires) ஆர்க்கிபாக்டீரியா (Archaebacteria), புரோட்டோஸுவா (Protozoa), குரோமிஸ்டா (Chromista) பூஞ்சைகள் (Fungi), தாவரங்கள் (Plantae) மற்றும் விலங்குகள் (Animalia) என்ற ஆறு தொகுதிகளையும் உள்ளடக்கியதாகவும் வகுக்கப்பட்டுள்ளன. குரோமிஸ்டா (Chromista) என்ற தொகுதி டையாட்டம்கள், பழுப்பு நிற ஆல்காக்கள் (Brown Algae), கிரிப்டோமோனாட்கள் (Crypromonads) மற்றும் ஊமைசெட்டுகள் (Oomycetes) உள்ளடக்கியத் தொகுதியாகும்.



படம் 2.2 : எட்டு உயிர்த்தொகுதிகள் (Kingdoms) கோட்பாடு

மூன்றுப் பெருந்தொகுதிகள் வகைப்பாடு

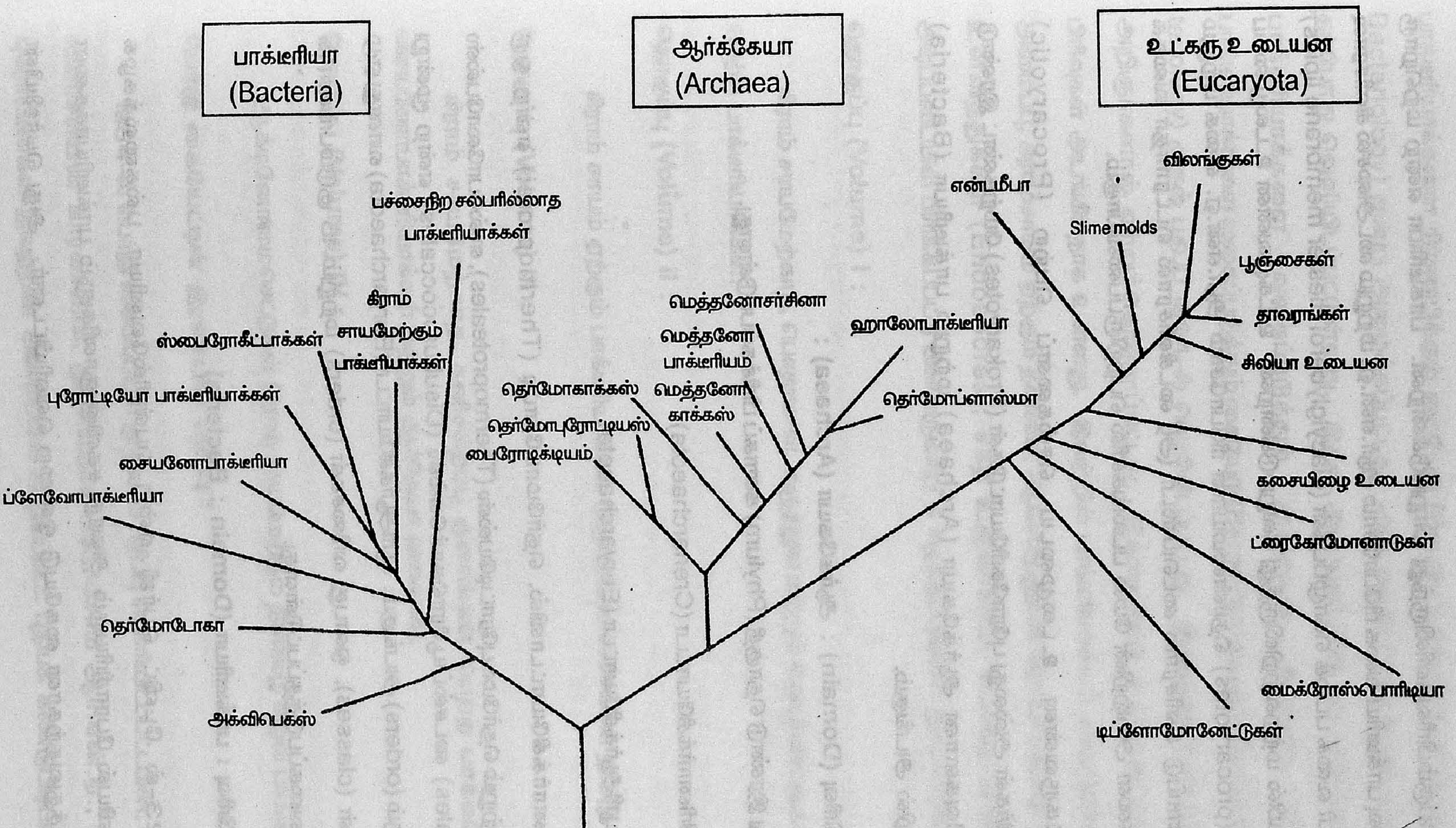
(Three Domain System of Classification)

ஊஸ் மற்றும் அவரது குழுவினரும் (Woose *et.al.* 1990), பாக்டீரியாக்கள், தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளிலிருந்து மிகவும் வேறுபட்டவை என்பதையும் மற்றும் தாவரங்களும், விலங்குகளும் அடிப்படை செல் அமைப்பில் பல ஒற்றுமைகள் பெற்றிருக்கின்றன என்பதையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு உயிரினங்களைப் பாக்டீரியாக்கள் (Bacteria), ஆர்கேயா (Archaea) மற்றும் யூகேரியா (Eukarya) என்ற மூன்று பெருந்தொகுதிகளாகப் பிரித்தனர். (படம் 2.3). எனவே இந்த அண்மைக்காலக் கோட்பாட்டின்படி பாக்டீரியாக்கள், சைனோ பாக்டீரியாக்கள், ஆக்டினோமைசட்டுகள் போன்றவை பாக்டீரியா என்ற பெருந்தொகுதியில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. மெத்தனோஜென்கள் (Methanogens), உயர் வெப்பநிலை வாழ் பாக்டீரியாக்கள் போன்றவை ஆர்கேயா என்ற பெருந்தொகுதியிலும், பூஞ்சைகள், ஈஸ்ட்கள், ஆல்காக்கள், முதலுயிர்கள் (Prozoans) போன்றவை யூகேரியா பெருந்தொகுதியில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. எனவே நுண்ணுயிர்கள் (Microbes) என்பவை பல்வேறு பரிணாம நிலையிலுள்ள பல்வகைப்பட்ட உயிர்களின் தொகுப்பாகும்.

அனைத்து உயிர்களின் பரிணாமத் தோற்ற வழிகள்

(Universal Phylogenetic Tree)

கார்ல் ஊஸ் மற்றும் அவரது குழுவினரும் 1993ல், ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. க்களின் மாறுபாடுகளின் அடிப்படையில், உலகின் அனைத்து உயிர்களுக்குமான ஒரு பரிணாம வளர்ச்சிக் கோட்பாட்டை தெரிவித்தனர். அதுபடம் 2.3-ல் அனைத்து உயிர்களின் பரிணாமத்தோற்ற வழிகள் ஒரு மரத்தின் பல்வேறுகிளைகள் போன்று (Universal Tree of Life) காட்டப்பட்டுள்ளன. இதன்படி, முதல் மூன்று பெரிய கிளைகள், மூன்று பெரிய பிரிவுகளாக (Domanins), பாக்டீரியா (Bacteria), ஆர்க்கேயா (Archaea) மற்றும் யூகேரியா (Eucarya) என அமைந்துள்ளன. உண்மையான உட்கரு உடைய உயிர்கள் (Eucaryotes), முக்கியமாக கிளிசரால் - கொழுப்பு அமில டையெஸ்டர் வகை மேல்படல கொழுப்புகள் (glycerol fattyacid diester membrane lipids) மற்றும் குறிப்பிட்ட வகை ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏக்கள் அடிப்படையில் மற்ற



படம் 2.3 : அனைத்து உயிர்களின் பரிணாமக் கிளை வழிகள் (Universal Phylogenetic Tree)

இரண்டு பெரும்பிரிவுகளிலிருந்து மாறுபடுகின்றன. பாக்டீரியா என்ற மற்றொரு பெரும்பிரிவு பாக்டீரிய வகை ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. மற்றும் டைஅசைல் கிளிசரால் டையெஸ்டர் வகை படலக் கொழுப்புகள் (diacylglycerol diester membrane lipids) அடிப்படையில் மற்றவற்றிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. உட்கருவுன்ன உடலமுடைய உயிர்கள் (procaryotes) தொன்மையான ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. வகை மற்றும் ஐசோபிரீனாய்டு கிளிசரால் டையெஸ்டர் (அ) டைகிளிசரால் டெட்ராஈதர் வகைக் கொழுப்புகளை அவற்றின் மேல் படலங்களில் பெற்றிருப்பவையாகும்.

உட்கருவன்ன உடலமுடைய செல்களைப் பெற்ற (Procaryotic) நுண்ணுயிர்கள் அல்லது புரோகேரியோட்டுகள் (Prokaryotes) மேற்கண்ட இரண்டு பெரும்பிரிவுகளான ஆர்க்கேயா (Archaea) மற்றும் பாக்டீரியா (Bacteria) ஆகியவற்றில் அடங்கும்.

I. பெரும்பிரிவு (Domain) : ஆர்க்கேயா (Archaea) :

இது இரண்டு தொகுதி (Phylum) களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. கிரினார்க்கியோட்டா (Crenarchaeota)
2. யூரிஆர்க்கியோட்டா (Euryarchaeota)

கிரினார்க்கியோட்டாவில், தெர்மோபுரோட்டி (Thermoprotei) என்ற ஒரு குடும்பம் மற்றும் தெர்மோ புரோட்டியேல்ஸ் (Thermoproteales), ஸல்போலோபேல்ஸ் (Sulfolobales) டைசல்ப்யூரோகொக்கேல்ஸ் (Disulfurococcales) என்ற மூன்று வரிசைகளும் (orders) அடங்கும். யூரிஆர்க்கியோட்டா (Euryarchaeota) வானது ஏழு குடும்பங்கள் (classes), ஒன்பது வரிசைகள் (orders) மற்றும் 15 குடும்பங்களாக (families) வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

II. பெரும்பிரிவு : பாக்டீரியா (Domain : Bacteria)

1923-ல் டேவிட் பெர்ஜி என்ற பென்சில்வேனியா பல்கலைக்கழக பாக்டீரியாவியல் பேராசிரியரும் அவரது சகவிஞ்ஞானிகளும் பாக்டீரியாக்களை வகைப்படுத்துவதற்கான கையேடு ஒன்றை வெளியிட்டனர். அது பெர்ஜியின்

பாக்டீரியாக்களை நிர்ணயிக்கும் கையேடு (Bergey's Manual of Determinative Bacteriology) என்று அழைக்கப்பட்டது. அக் கையேட்டின் ஒன்பதாவது பதிப்பு தற்போது வெளியிடப்பட்டுள்ளது. இதன் அடிப்படையில் பல விளக்கங்களுடன் பாக்டீரியாக்களை வகைப்படுத்தும் முறைகள் அடங்கிய பெர்ஜியின் பாக்டீரியாக்களை வகைப்படுத்தும் கையேடு (Bergey's Manual of Systemative Bacteriology) முதல் பதிப்பு 1984-ல் வெளியிடப்பட்டது. இவ்வகைப்பாடு நுண்ணுயிர் அறிஞர்களால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. இக்கையேடு 4 தொகுப்புகளாக 33 பிரிவுகள் அடங்கியதாக உள்ளது. இவற்றில் பாக்டீரியாக்கள் அவற்றின் உருவம், அமைப்பு, கிராம்சாயம் ஏற்கும் தன்மை, ஆக்ஸிஜனுடன் தொடர்பு, நகரும் தன்மை, உள்வித்துக்கள் (Endospores), சக்தி உருவாக்கம், போன்ற குணங்களின் அடிப்படையில் பிரிக்கப்பட்டு பின்வருமாறு 4 தொகுப்புகளில் தரப்பட்டுள்ளது.

தொகுப்பு (Volume) I :

கிராம் சாயமேற்காத, பொதுவான, மருத்துவ மற்றும் தொழிலக முக்கியத்துவம் பெற்ற பாக்டீரியாக்கள்.

தொகுப்பு (Volume) II :

கிராம் சாயம் ஏற்கும் பாக்டீரியாக்கள் (ஆக்டினோமைசட்கள் தவிர)

தொகுப்பு (Volume) III :

கிராம் சாயமேற்காத, தனிச்சிறப்பு குணங்கள் பெற்ற பாக்டீரியாக்கள், சையனோபாக்டீரியாக்கள் மற்றும் ஆர்கேயா வகைகள்.

தொகுப்பு (Volume) IV :

ஆக்டினோமைசெட்டுகள் (கிராம் சாயமேற்கும் நீளிழை வடிவ பாக்டீரியாக்கள்)

பெர்ஜி கையேட்டின் இரண்டாம் பதிப்பு :

1984-ல் பெர்ஜி கையேட்டின் முதலாம் பதிப்பு வெளியிடப்பட்டபின், விஞ்ஞான வளர்ச்சியின் காரணமாக, முக்கியமாக ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ., டி.என்.ஏ., புரோட்டீன்கள் இவற்றின் அமைப்பில் அறியப்பட்ட புதியக் கண்டுபிடிப்புகளினால்

மேற்கண்ட வகைப்படுத்தலில் பல மாறுதல் செய்வது இன்றியமையாததானது. எனவே, பெர்ஜி கையேட்டின் இரண்டாம் பதிப்பு பரிணாமக் கோட்பாடுகளை பெரிதும் அடிப்படையாகக் கொண்டு (முதற்பதிப்பு உருவஅமைப்பு வேறுபாடுகளை பெரும்பாலும் அடிப்படையாகக் கொண்டது) உருவாக்கப்பட்டு வருகிறது. இதில் நுண்ணுயிர்களின் சூழலும் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. இந்த இரண்டாவது பதிப்பு ஐந்துத் தொகுப்புகளாக (volumes) வெளியிடப்பட உள்ளது.

தொகுப்பு (volume) I :

ஆர்க்கேயா மற்றும் மிகத்தொன்மை வாய்ந்த சுயஊட்டம் பெற்ற மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் அடங்கியது.

தொகுப்பு (volume) II :

முதன்மை பாக்டீரியாக்கள் (proteobacteria) பற்றியது.

தொகுப்பு (volume) III :

குறைந்த அளவு ஜி + சி (G + C) பெற்ற கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்கள் பற்றியது.

தொகுப்பு (volume) IV :

அதிக அளவு ஜி + சி (G+C) பெற்ற கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்கள் பற்றியது.

தொகுப்பு (volume) V :

பிளான்டோமைசெட்டுகள் (Planctomycetes), ஸ்பைரோகீட்டுகள் (Spirochaetes), பைப்ரோபாக்டர்கள் (Fibrobacters) மற்றும் பியூஸோபாக்டீரியா (Fusubacteria) அடங்கியது. தொகுப்பு ஐந்தில், ஒரு பிரிவு (section) பாக்டீரியாக்கள் பற்றிய அண்மைக்கால புதிய விளக்கங்கள் மற்றும் பரிணாமத் தொடர்புகள் (Phylogenetic relationships), போன்றவற்றில் முதல் பதிப்பிற்குப்பின் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களின் அடிப்படையில் செய்யப்பட்டுள்ள மாறுதல்கள் தரப்பட்டிருக்கும்.

இதன் அடிப்படையில் பாக்டீரியாக்கள் 23 தொகுதிகளாக (23 phyla) கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. தொகுதி (Phylum) I : அக்விபிக்கே (Aquificae)

(எ.கா.): அக்விபெக்ஸ் (*Aquifex*), ஹைட்ரஜெனோபாக்டர் (*Hydrogenobacter*)

2. தொகுதி (Phylum) II : தெர்மடோகே (Thermatogae)

(எ.கா.) தெர்மடோகா (*Thermatoga*), ஜியோடோகா (*Geotoga*)

3. தொகுதி (Phylum) III: தெர்மோடீசல்போ பாக்டீரியா (Thermodesulfo bacteria)

(எ.கா.) தெர்மோடீசல்போபாக்டீரியம் (*Thermodesulfobacterium*)

4. தொகுதி (Phylum) IV : டீனோகாக்கஸ் – தெர்மஸ் (Deinococcus - Thermus)

(எ.கா.) – டீனோகாக்கஸ் தெர்மஸ் (*Deinococcus Thermus*)

5. தொகுதி (Phylum) V : க்ரைஸியோஜெனேட்ஸ் (Chrysiogenetes)

(எ.கா.) க்ரைஸியோஜென்ஸ் (*Chrysiogenes*)

6. தொகுதி (Phylum) VI : குளோரேப்ளக்ஸி (Chloroflexi)

(எ.கா.) குளோரோப்ளக்ஸஸ் (*Chloroflexus*)

ஹெர்பெட்டோசைபன் (*Herpetosiphon*)

7. தொகுதி (Phylum) VII : தெர்மோமைக்ரோபியா (Thermomicrobia)

(எ.கா.) தெர்மோமைக்ரோபியம் (*Thermomicrobium*)

8. தொகுதி (Phylum) VIII : நைட்ரோஸ்பைரா (Nitrospira)

(எ.கா.) : நைட்ரோஸ்பைரா (*Nitrospira*)

9. தொகுதி (Phylum) IX : டெபெர்ரிபாக்டர்ஸ் (Deferribacters)

(எ.கா.) ஜியோவிப்ரியோ (*Geovibrio*)

10. தொகுதி (Phylum) X : சையனோபாக்டீரியா (Cyanobacteria)

(எ.கா.) புரோகுளோரான் (*Prochloron*), சைனக்கோகாக்கஸ் (*Synechococcus*), புளூரோகேப்ஸா (*Plueurocapsa*), ஆஸ்ஸிலடோரியா (Oscillatoria), அனபீனா (*Anabaena*), நோஸ்டாக் (*Nostoc*), ஸ்டைகோனிமா (*Stigonema*)

11. தொகுதி (Phylum) XI : குளோரோபி (Chlorobi)

(எ.கா.) குளோரோபியம் (*Chlorobium*)
பீலோடிக்டியான் (*Pelodictyon*)

12. தொகுதி (Phylum) XII : புரோட்டியோபாக்டீரியா (Proteobacteria)

வகுப்பு (Class) 1 : ஆல்பா புரோட்டியோ பாக்டீரியா (Alphaproteobacteria)

(எ.கா.) ரோடோஸ்பைரில்லம் (*Rhodospirillum*), ரிக்கெட்ஸியா (*Rickettsia*), ரைசோபியம் (*Rhizobium*), புருசெல்லா (*Brucella*), நைட்ரோபாக்டர் (*Nitrobacter*), காலோபாக்டர் (*Caulobacter*), மேதிலோபாக்டீரியம் (*Methylobacterium*), பெய்ஜெரின்க்கியா (*Beijerinckia*), ஹைபோமைக்ரோபியம் (*Hypomicrobium*)

வகுப்பு (class) 2 : பீட்டா புரோட்டியோ பாக்டீரியா (Betaproteobacteria)

(எ.கா.) நீஸ்ஸெரியா (*Neisseria*), பர்கோல்டேரியா (*Burkholderia*), அல்காலிஜென்ஸ் (*Alkaligenes*), கோமாமோனாஸ் (*Comamonas*), நைட்ரஸோமோனாஸ் (*Nitrosomonas*), மெத்திலோபைலஸ் (*Methylophilus*), தையோபாசில்லஸ் (*Thiobacillus*)

வகுப்பு (Class)3 : காமா புரோட்டியோ பாக்டீரியா (Gammaproteobacteria)

(எ.கா.) குரோமாட்டியம் (*Chromatium*), லுகோதிரிக்ஸ் (*Leucothrix*), ஸ்டோமோனாஸ் (*Pseudomonas*), அசோபாக்டர் (*Azobacter*); விப்ரியோ (*Vibrio*), எஸ்செரிசியா (*Escherichia*), க்ளப்ஸியெல்லா (*Klebsiella*), புரோடியஸ் (*Proteus*), சால்மோனெல்லா (*Salmonella*), ஷிஜெல்லா (*Shigella*), எர்சினியா (*Yersinia*), ஹீமோபைல்ஸ் (*Hemophillus*)

வகுப்பு (Class) 4 : டெல்டாபுரோட்டியோ பாக்டீரியா (Deltaproteobacteria)

(எ.கா.) : டீசல்போவிப்ரியோ (*Desufovibrio*), டெல்லோ விப்ரியோ (*Bdellovibrio*), மிக்ஸோகாக்கஸ் (*Myxococcus*), பாலியாஞ்சியம் (*Polyangium*)

வகுப்பு (Class) 5 : எப்சிலான் புரோட்டியோ பாக்டீரியா (Epsilon proteobacteria)

(எ.கா.) காம்பைலோபாக்டர் (*Campylobacter*)
ஹெலிக்கோ பாக்டர் (*Helicobacter*)

13. தொகுதி (Phylum) XIII : பர்மிக்யூட்ஸ் (Firmicutes)

(குறைந்தஅளவு ஜி + சி (G+C) உள்ள கிராம்சாயமேற்கும் பாக்டீரியா)

வகுப்பு (Class) 1 : க்ளாஸ்டிரிடியா (Clostridia)

(எ.கா.) க்ளாஸ்டிரிடியம் (*Clostridium*) பெப்டோஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் (*Peptostreptococcus*), யூபாக்டீரியம் (*Eubacterium*), டீசல்பேட்டோமாக்குலம் (*Desulfotomaculum*), ஹீலியோபாக்டீரியம் (*Heliobacterium*), வீலோனெல்லா (*Veillonella*)

வகுப்பு (Class) 2 : மோலிக்யூட்ஸ் (Mollicutes)

(எ.கா.) மைக்கோப்ளாஸ்மா (*Mycoplasma*), யூரியாப்ளாஸ்மா

(*Ureaplasma*), ஸ்பைரோப்ளாஸ்மா (*Spiroplasma*), ஏகோலெப்ளாஸ்மா (*Acholeplasma*)

வகுப்பு (Class) 3 : பாசில்லை (Bacilli)

(எ.கா.) பாசில்லாஸ் (*Bacillus*), கேரியோபேனான் (*Caryophanon*), பேனிபாசில்லஸ் (*Paenibacillus*), தெர்மோஆக்டினோமைசஸ் (*Thermoactinomyces*), லாக்டோபாசில்லஸ் (*Lactobacillus*), ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் (*Streptococcus*), என்டிரோகாக்கஸ் (*Enterococcus*), லிஸ்டெரியா (*Listeria*), லுயூக்கோநொஸ்டாக் (*Leuconostoc*), ஸ்டபைலோகாக்கஸ் (*Staphylococcus*),

14. தொகுதி (Phylum) 14 : ஆக்டினோபாக்டீரியா (Actinobacteria)

(அதிக அளவு ஜி + சி (G+C) உள்ள கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியா.)

வகுப்பு (Class) 1 : ஆக்டினோபாக்டீரியா

(எ.கா.) : ஆக்டினோமைசஸ் (*Actinomyces*), மைக்ரோகாக்கஸ் (*Micrococcus*), ஆர்த்ரோபாக்டர் (*Arthrobacter*), கோரின்பாக்டீரியம் (*Corynebacterium*), மைக்கோபாக்டீரியம் (*Mycobacterium*), நோக்கார்டியா (*Nocardia*), ஆக்டினோபிளேன்ஸ் (*Actinoplanes*), புரோபியோனிபாக்டீரியம் (*Propionibacterium*), ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் (*Streptomyces*), தெர்மோமோனோஸ்போரா (*Thermomonospora*), ப்ராங்கியா (*Frankia*), ஆக்டினோமடுரா (*Actinomadura*), பைபிடோபாக்டீரியம் (*Bifidobacterium*).

15. தொகுதி (Phylum) 15 : ப்ளான்க்டோமைசெட்ஸ் (Planctomycetes)

(எ.கா.) ப்ளாஸ்டோமைசஸ் (*Planctomyces*), ஜெம்மேட்டா (*Gemmata*)

16. **தொகுதி** (Phylum) 16 : க்ளாமிடிடே (*Chlamydidae*)

(எ.கா.) *Chlamydia*

17. தொகுதி (Phylum) 17 : ஸ்பைரோகீட்ஸ் (*Spirochaetes*)

(எ.கா.) ஸ்பைரோகீட்டா (*Spirochaeta*) போரெல்லியா (*Borrelia*), ட்ரெப்போனீமா (*Treponema*), லெப்டோஸ்பைரா (*Leptospira*)

18. தொகுதி (Phylum) 18 : பைப்ரோபாக்டர்ஸ் (*Fibrobacters*)

(எ.கா.) பைப்ரோபாக்டர் (*Fibrobacter*)

19. தொகுதி (Phylum) 19 : அசிடோபாக்டீரியா (*Acidobacteria*)

(எ.கா.) : அசீடோபாக்டீரியம் (*Acidobacterium*)

20. தொகுதி (Phylum) 20 : பாக்டீரியோடீட்ஸ் (*Bacteriodetes*)

(எ.கா.) : பாக்டீரியோடஸ் (*Bacteriodes*), போர்பைரோமோனாஸ் (*Porphyromonas*), பிரிவோடெல்லா (*Prevotella*), ப்ளேவோபாக்டீரியம் (*Flavo bacterium*), ஸ்பிங்கோபாக்டீரியம் (*Sphingobacterium*), ப்ளக்ஸிபாக்டர் (*Flexibacter*), சைட்டோபேகா (*Cytophaga*).

21. தொகுதி (Phylum) 21 : ப்யூஸோபாக்டீரியா (*Fusobacteria*)

(எ.கா.) : ப்யூஸோபாக்டீரியம் (*Fusobacterium*), ஸ்ட்ரெப்டோபாஸில்லஸ் (Streptobacillus).

22. தொகுதி (Phylum) 22 : வெருகோமைக்ரோபியா (*Verrucomicrobia*)

(எ.கா.) வெருகோமைக்ரோபியம் (*Verrucomicrobium*)

23. தொகுதி (Phylum) 23 : டிக்டியோகுளோமி (*Dictyoglomi*)

(எ.கா.) டிக்டியோகுளோமஸ் (*Dictyoglomus*)

சில நுண்ணுயிர் வகைகளின் பொதுக்குணங்களும் வகைபாடும்:
(General Features and Classification of some groups of microorganisms)

I. ரிக்கெட்ஸியாக்கள் (Rickettsias)

இது ரிக்கெட்ஸியாக்கள் (Rickettsias) மற்றும் கிளாமிடியாஸ் (Chlamydias) என்ற இரு உட்பிரிவுகள் கொண்டதாகும்.

1. ரிக்கெட்ஸியாக்கள் (*Rickettsias*)

இவ்வகை உயிரினங்கள் இவற்றைக் கண்டுபிடித்த ஹோவார்டு டி. ரிக்கெட்ஸ் (Howard T.Ricketts) என்ற விஞ்ஞானியின் பெயரில் அடிப்படையில் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இவை டைபஸ் ஜுரம் மற்றும் மலைப்பிரதேச புள்ளி ஜுரம் (Rocky mountain spotted fever) நோய்களுக்கானக் காரணிகளாகும். இவை சிறிய கிராம்சாயம் ஏற்காத, நீளுருண்டை வடிவமுடைய பாக்டீரியாக்களாகும். இவற்றின் செல் சுவற்றில் நியூரமிக் அமிலம் உள்ளது. அவை பாலூட்டிகள் மற்றும் கணுக்காலிகளின் (Arthropols) செல் சைட்டோப்ளாசம்களில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்பவை. சில வகைகள் பூச்சிகளில் கூட்டு வாழ்விகள் (Mutualistic species) ஆகவும் உள்ளன. முக்கிய மேரினஸ்கள் (Genera) : பார்ட்ரோனெல்லா (*Bartronella*), கிரஹாமெல்லா (*Grahamella*), ரோச்சாலிமேயியா (*Rochalimaea*). ரிக்கெட்ஸியா (Rickettsia), என்ற பேரினம் மூன்று வகை டைபஸ் ஜுரங்களை அதாவது தொற்றும் டைபஸ் (epidemic typhus), பிரில்-ஸின்ஸெர் (Brill-Zinsser disease) நோய் மற்றும் ரெக்குருடெஸன்ட் டைபஸ் (Recrudescent typhus) உண்டாக்கக்கூடியதாகும்.

கிளாமிடியாஸ் (Chlamydias):

இவை நகராத (non-motile) நீள் உருளை வடிவ ஒட்டுண்ணியாக வாழும் பாக்டீரியாக்களாகும். இவை மனிதன் மற்ற பாலூட்டி இனங்கள் மற்றும் பறவைகளின் செல்களின் சைட்டோபிளாஸத்தில் வாழ்கின்றன. இவை இரண்டாக உடைதல் (Binary fission) முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இவை சிறிய (0.2 - 1.0 மில்லி மைக்ரான்) அளவுடைய, குச்சி அல்லது நீளுருளை வடிவத்துடன், டி.என்.ஏ மற்றும் ஆர்.என்.ஏ க்களைப் பெற்ற பாக்டீரியாக்களாகும். இவற்றின் செல் சுவற்றில் நியூரமிக் அமிலம் இருக்காது. இவற்றால் குளுகோஸை சிதைத்து ஏ.டி.பி. (A.T.P.) உற்பத்தி செய்ய இயலாது. எனவே இவை ஓம்புயிரியின் ஏ.டி.பி யைச் சார்ந்துள்ளன. இவை பெரிய (large) மற்றும் சிறிய (small) வடிவங்களில் உள்ளன. பெரிய உடலுடையவை நோய் உண்டாக்கும் தன்மையற்றவை (non-infective). சிறிய வடிவமுடையவை அடிப்படைப்

பொருட்கள் (Elementary bodies) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அவை செல்களைத் தாக்கி நோய் உண்டாக்கும் தன்மை பெற்றவை. இவை ஓம்புயிரியின் செல் சுவற்றில் ஒட்டிக்கொண்டு செல் விழுங்குதல் (Phagocytosis) மாற்றம் பெறுதல் (Conversion), சுருங்குதல் (Condensation), புதிய அடிப்படைப் பொருட்களை வெளியிடுதல் மற்றும் வலைப்பின்னல் வடிவுடைய, பெரிய வடிவுடைய (reticulate) உயிரிகளை உருவாக்குதல் போன்ற செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. மூன்று வகையான கிளாமிடியாஸிட்டசி (*Chlamydia sittaci*) யின் மூலம் மனிதர்களுக்கும், கிளிகளுக்கும் நிமோனியா நோய் (சளிக்காய்ச்சல்) உண்டாகிறது. கிளாமிடியா டிராகோமாட்டிஸ் (*Chlamydia trachomatis*) என்ற வகை கண்ணில் டிராக்கோமா (trachoma) (அ) கண்ணிமையரிப்பு நோய் உண்டாக்குகிறது. சில வகை கிளாமிடியாக்கள் சில வகை பாலின நோய்களையும் (Veneral diseases) உண்டாக்குகின்றன. இவை காற்றின் மூலம் பரவக்கூடியவை. இவை 2-3 மணிக்குள் ஒரு இனப்பெருக்கம் என்ற விகிதத்தில் பெருகக்கூடியவை. ரிக்கெட்ஸியாக்கள் மற்றும் கிளாமிடியாக்கள் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

துறை (அ) வரிசை 1 (order 1) : ரிக்கெட்ஸியேல்ஸ் (Rickettsiales):

குடும்பம் 1 : (Family I) ரிக்கெட்ஸியாசியே (Rickettsieae)

பேரினத்தொகுப்பு (Tribe) 1: ரிக்கெட்ஸியே (Rickettsieae)

பேரினங்கள் (Genera) :

ரிக்கெட்ஸியா, ரோச்சலிமாயியா, காக்ஸியெல்லா (*Rickettsia*, *Rochalimaea*, *Coxiella*).

பேரினத்தொகுப்பு 2 (Tribe II): எஃக்ர்லிக்கியே (Ehrlichiae)

பேரினங்கள் (Genera) : எஃகர்லிக்கியா (*Ehrilchiae*), கௌடிரியா (*Cowdria*), நியோரிக்கெட்ஸியா (*Neorickettsia*).

பேரினத்தொகுப்பு 3 (Tribe III) : வோல்பேசியியா (Wolbachiaeae)

பேரினங்கள் : வோல்பேசியா, ரிக்கெட்ஸியெல்லா (*Wolbacia*, *Rickettsiella*)

குடும்பம் 2: பார்டோனெல்லாசியே (Bartonellaceae)

பேரினங்கள் : பார்டோனெல்லா, கிரஹாமெல்லா (*Bartonella*, *Grahamella*)

குடும்பம் 3 : அனாப்ளாஸ்மட்டாசியே (Anaplasmataceae)

பேரினங்கள் (Genera): அனாபிளாஸ்மா, ஏஜெப்டியானெல்லா, ஹீமோபாரட்டோனெல்லா, ஈபெரித்ரோஸுவன் (*Anaplasma*, *Aegeyptianella*, *Haemobartonella*, *Eperythrozoan*).

துறை (அ) வரிசை (order II) : கிளாமிடியேல்ஸ் (Chlamydiales)

குடும்பம் 1 (Family 1) : கிளாமிடியேசியே (Chlamydiaceae)

பேரினம் (Genera) : கிளாமிடியா (Chlamydia)

II. மைக்கோபிளாஸ்மாக்கள் (அ) மாலிக்குயூட்கள் (*Mycoplasma* or *Mollicutes*) (செல் சுவரற்ற பாக்டீரியாக்கள் (The cell wall-less bacteria)):

இவை மிகச்சிறிய உண்மை உட்கருவற்ற உயிரிகளாகும் (prokaryotes). இவை செல் சுவரில்லாமல் பிளாஸ்மாசவ்வு (plasma membrare) மட்டும் பெற்ற பெப்டிடோகிளைகான்கள் (peptidoglycan) மற்றும் அவற்றின் மூலப்பொருட்களை (precursors) தயாரிக்கும் இயல்பற்ற உயிரிகளாகும். இவை பென்சிலின் எதிர்ப்புத்தன்மை பெற்றவை. சவ்வூடு பரவல் அழுத்த மாற்றங்கள், சோப்புத்துகள்கள் மற்றும் ஆல்கஹால் ஆகியவற்றால் உடையக்கூடியவை. இவை உருளை வடிவம் மற்றும் பியற்பழவடிவம் (pear shape) போன்ற பலதரப்பட்ட வடிவங்களைப் பெற்று 0.3 முதல் 0.8 மைக்ரான் வரை அகலமுடையதாக இருக்கும். பெரும்பாலும் நகரும் தன்மையற்றவை. சில சமயங்களில் திரவப் பொருட்களில் வழுக்கிச்செல்லும் தன்மை பெற்றவை. இவை வளரும் ஊடகங்களின் அடிப்படையில் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. மைக்கோபிளாஸ்மா (*Mycoplasma*), அனேரோ பிளாஸ்மா (*Anaeroplasma*), யூரியாபிளாஸ்மா (*Ureaplasma*) ஆகிய இனக்கூறுகள் (Genera)

வளர ஸ்டீரால்கள் (Sterols) உள்ள வளர் ஊடகங்கள் தேவை; ஆனால் தெர்மோ பிளாஸ்மா (*Thermoplasma*) வகைகளுக்கு ஸ்டீரால்கள் தேவையில்லை.

வகைபாடு (Classification):

பிரிவு (Division): டெனரிக்யூட்ஸ் (Tenericutes)

வகுப்பு (Class I) : மோலிக்யூட்ஸ் (Mollicutes)

துறை (அ) வரிசை (Order I) : மைக்கோப்ளாஸ்மடேல்ஸ் (Mycoplasmatales)

குடும்பம் (Family) 1 : மைக்கோப்ளாஸ்மடாசியே (Mycoplasmataceae)

(எ.கா.) : மைக்கோபிளாஸ்மா (*Mycoplasma*), யூரியா ப்ளாஸ்மா (*Ureaplasma*)

குடும்பம் (Family) II : ஆஸ்கோலெப்ளாஸ் மடாசியே (Ascholeplasmataceae)

(எ.கா.) : ஆஸ்கொலெப்ளாஸ்மா (*Ascholeplasma*)

குடும்பம் (Family III) : ஸ்பைரோப்ளாஸ்மட்டாசியே (Spiroplasmataceae)

(எ.கா.) : ஸ்பைரோப்ளாஸ்மா (*Spiroplasma*)

மற்ற பேரினங்கள் (other Genera) : அனேரோப்ளாஸ்மா (*Anaeroplasma*), தெர்மோப்ளாஸ்மா (*Thermoplasma*)

மைக்கோப்ளாஸ்மா (*Mycoplasma*) :

இவை பல்உருவமுடைய சில சமயங்களில் நீள்வட்ட வடிவமுதல், நீண்ட கிளைத்த இழை வடிவம் வரை பல வடிவங்களைப் பெற்றுக் காணப்படும். இவற்றிற்கு செல்சுவர் கிடையாது. அதனால் மூன்றடுக்குடைய செல்படலத்தை மட்டும் பெற்றுள்ளன. இவை கிராம் சாயம் ஏற்காத் தன்மையுடையவை. சாதாரணமாக நகரும் தன்மையற்றவை. ஆனால் சில வகைகள் வழுக்கிச் செல்லும் இயல்புடையவை. இவை நிலை மாறும் காற்றில் வாழ் நுண்ணுயிரிகள். இவை வளர்வதற்கு வளர் ஊடகத்தில் கொலஸ்டிரால் (அ) அவ்வகை ஸ்டீரால்கள்

தேவை. இவை பாலூட்டிகள் மற்றும் பறவைகளின் செல்களில் ஒட்டுண்ணியாக வாழும் நோயூக்கிகளாகும்.

உதாரணவகை உயிரி (Type species) : மைக்கோப்ளாஸ்மா மைக்காய்ட்ஸ் *(Mycoplasma mycoides)*

ஸ்பைரோபிளாஸ்மா (*Spiroplasma*):

இவை நீள்சுருள் வடிவம், உருளை வடிவம், நீள்வட்ட வடிவம் போன்று பல வடிவமுடையவை. நீள் சுருள் இழை வடிவுடையவை சுழன்று செல்லும் இயல்புடையவை. நீளிழைகள் போன்ற இடப் பெயர்ச்சிக்கு உதவும் உறுப்புகளற்றவை. இவற்றின் வளர்ச்சிக்கு கொலஸ்டிரால் அவசியம். இவற்றில் பெரும்பாலான வகைகள் உண்ணிகள், பூச்சிகளின் இரத்தம் மற்றும் குடல் பகுதிகள், தாவரங்களின் திரவங்கள் போன்றவற்றிலிருந்து கண்டறியப்பட்டள்ளன.

உதாரண வகை உயிரி (Type species) : ஸ்பைராப்ளாஸ்மா சிட்ரி *(Spiroplasma citri)*

III. *ஆல்காக்கள்:*

புகழ்பெற்ற தாவரவியல் வல்லுநர் எப்.ஈ.ப்ரிட்ஸ்ச் (F.E.Fritsch) ஆல்காக்கள் (அ) பாசிகளை நிறப்பொருட்கள், சேமிப்பு உணவு வகைகள், நீளிழைகள் மற்றும் இனப்பெருக்க முறை இவற்றின் அடிப்படையில் 11 வகுப்புகளாகப் பிரித்தார். அவையாவன:

வகுப்பு 1: **குளோரோபைசியே (= ஐசோகோன்டே)** (Chlorophyceae = Isokontae)

இவை பொதுவாக நன்னீர் நிலை வாழும், குளோரோபில் -பி மற்றும் கரோட்டினாய்டுகள் பெற்ற பாசி வகைகளாகும். இவற்றின் செல் சுவர் செல்லுலோஸாலானதாகும். இவை உணவீட்டத்தில் ஸ்டார்ச்சைத் தயாரிக்கின்றன. நகரக்கூடிய ஸ்போர்கள் மற்றும் சிலியாக்கள் பெற்றவை. பால் இனப்பெருக்கம் ஒரு வகை தோற்றமுடைய இனச்செல்கள் (isogamous), ஒருவகை தோற்றமற்ற (anisogamous) மற்றும் நகரக்கூடிய இனச்செல்கள் (oogamous) வகைகளில்

நடைபெறுகிறது. முக்கிய பேரினங்கள் : கிளாமிடோமோனாஸ் (*Chlamydomonas*), வால்வாக்ஸ் (*Volvox*), குளோரெல்லா (*Chlorella*), யூலோதிரிக்ஸ் (*Ulothrix*), ஸ்பைரோகைரா (*Spirogyra*).

வகுப்பு 2: ஸான்தோபைசியே (Xanthophyceae = Heterokontae)

இவை பச்சை-மஞ்சள் நிறப்பாசிகள். ஏனெனில் இவை ஸான்தோபில் நிறமிப்பொருட்களைப் பெற்றுள்ளன. பைரினாய்டுகள் இவற்றில் இல்லை. உணவு சேமிப்பு கொழுப்புப் பொருளாகப் பெற்றவை. இவற்றில் குளோராபில்-ஈ நிறமிப்பொருள் குளோரோபில்-பி க்கு பதிலாக உள்ளது. பால்வழி இனப்பெருக்கம் இருவகை நீளமுடைய சிலியாக்களைப் பெற்ற இனச்செல்கள் மூலம் நடைபெறுகிறது.

முக்கிய பேரினங்கள் : மைக்ரோஸ்போரா (*Microspora*), வௌச்சேரியா (*Voucheria*) :

வகுப்பு 3 : க்ரைசோபைசியே (Chrysophyceae)

இவற்றில் பச்சையத்துடன் பைக்கோசயனின் (Phycocyanin) என்ற மஞ்சள்-பச்சை நிறமிப் பொருள் உள்ளது. இவை ஒரு செல், பல செல் அல்லது கூட்டுவாழ் தாவரங்களாகும். இவற்றில் செல்சுவர் ஒன்றின்மேல் ஒன்று படிந்த இரு அடுக்குகளாக உள்ளது. சேமிக்கப்படும் உணவுப் பொருள் லுயூக்கோசின் என்ற நீரில் கரையும் தன்மையற்ற கார்போஹைட்ரேட்டுகள் அல்லது எண்ணெய் வகைகள் ஆகும்.

உதாரணம் : க்ரைசோபேயெரா (*Chrysophaera*)

வகுப்பு 4 : பேசில்லேரியோபைசியே (அ) டையாட்டம்கள் (Bacillariophyceae = Diatoms)

இவை மஞ்சள் - பச்சை - பழுப்பு (அ) ஆலிவ் பச்சைப் பாசிகள். டையடோமின் (Diatomin) என்ற நிறமிப்பொருளை குளோரோபிளாஸ்டில் பெற்றவை. பைரினாய்டுகளும் (pyrinoids) இவற்றில் உண்டு. இவை ஒரு

செல்லுடைய நகரும் தன்மையற்ற உயிரிகளாகும். குளோரோபில்-சி பெற்றவை.

உதாரணம்: பினுலேரியா (*Pinularia*), நேவிகுலா (*Navicula*), ப்ராஜிலேரியா (*Fragilaria*)

வகுப்பு 5 : க்ரிப்டோபைசியே (Cryptophyceae)

இவை சிவப்பு, நீலப்பச்சை, ஆலிவ் பச்சை (அ) பச்சை நிறப் பாசிகள். ஒவ்வொரு செல்லிலும் இரண்டு பெரிய பைரினாய்டுகள் உள்ள குளோரோபிளாஸ்டகள் உண்டு. இவை தண்ணீர் மற்றும் கடல்நீர் வாழ்வன.

உதாரணம்: க்ரிப்டோமோனாஸ் (*Cryptomonas*)

வகுப்பு 6 : டைனோபைசியோ (Dinophyceae)

இவை கருமஞ்சள், பழுப்பு (அ) சிவப்பு நிறப் பாசிகள். எண்ணெய் (அ) ஸ்டார்ச்சை சேமிப்பு உணவாகப் பெற்றவை. பெரிய உட்கருவுடன் பல தட்டுப்போன்ற நிறமிப் பொருட்கள் பெற்றவை.

உதாரணம்: பெரிடினியம் (*Perdinium*)

வகுப்பு : 7: க்ளோரோமோனோடைனியே (Chloromonodineae)

இப்பாசிகள் ஒளிப்பச்சை (அ) ஆலிவ் பச்சை நிறமுடையவை. ஸான்தோபில்களை (Xanthophyll) அபரிமிதமாகப் பெற்றவை. கொழுப்புப் பொருட்கள் உணவுச் சேமிப்புகளாகப் பெற்றவை. நீள் வாட்டப் பிரிதல் முறைப்படி (Longifudinal dicision) இனப்பெருக்கம் செய்பவை.

உதாரணம்: வாக்குவோலிரியா (*Vacuolaria*)

வகுப்பு 8 : யூக்ளினினே (Eugleninae)

இவை நுண்ணிய விலங்குகள் போன்ற தோற்றமளிப்பவை. ஏனெனில் இவை சிலியாக்கள் பெற்ற இனப்பெருக்க உறுப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றில் பச்சையம் காணப்படுகின்றது. உதாரணம்: யூக்ளினா (*Euglena*).

வகுப்பு 9 : ஃபேயியோபைசியே (Phaeophyceae)

இவை மஞ்சள் - பழுப்பு நிற கடல் பாசிகள். ஃப்யூக்கோஸான்தின் (fucoxanthin) என்ற நிறமிப் பொருளைப் பெற்றவை. குளோரோபில் மற்றும் கரோட்டின் நிறமிப் பொருட்களும் பெற்றவை. குளோரோபில்-சி யை குளோரோபில்-பி க்கு பதிலாகப் பெற்றவை. லாமினாரியன் (laminarian) மானிட்டால் (mannitol) மற்றும் கொழுப்புகளை (fats) சேமிப்புப் பொருட்களாகப் பெற்றவை.

உதாரணம்: ஃப்யூகஸ் (*Fucus*), சர்காஸம் (*Sargassum*).

வகுப்பு 10: ரோடோபைசியே (Rhodophyceae)

இவை பைகோஎரித்ரின் (phycoerythrin) என்ற நிறமிப் பொருளைப் பெற்றிருப்பதால் சிவப்பு நிறமுடையவை. பைக்கோசயனின் (phycocyanin), குளோரோபில், கரோட்டின் மற்றும் ஸான்தோபில் (xanthophyll) களையும் சிறிய அளவில் பெற்றிருப்பவை. ஸ்டார்ச் சேமிப்புப் பொருள். குளோரோபில்-டி, குளோரோபில்-பி க்கு பதிலாகப் பெற்றிருப்பவை. பொதுவாக கடல் நீரில் காணப்படுபவை.

உதாரணம்: பாலிசைபோனியா (*Polysiphonia*), பாட்ராக்கோஸ்பெர்மம் (*Batrachospermum*)

வகுப்பு 11 : மிக்ஸோபைசியே (Myxophyceae = Cyanophyceae)

உட்கரு, முதல் நிலை உயிர்களில் (procaryotes) உள்ளது போன்றது. பைக்கோசையனின் (phycocyanin) என்ற நிறமியைப் பெற்றிருப்பதால் நீல நிறமுடையவை. ஆனால் பைக்கோஎரித்ரின் குளோரோபில்-பி மற்றும், கரோட்டின் நிறமிப் பொருட்களையும் பெற்றவை.

உதாரணம்: நோஸ்டோக் (*Nostoc*), ஆஸ்ஸிலடோரியா (*Oscillatoria*), அனபீனா (*Anabaena*), லிங்பையா (*Lyngbya*), பிளெக்டோனீமா (*Plectonema*).

IV. ஆர்க்கேயோபாக்டீரியா (அ) ஆர்கேயியா (Archaeobacteria (or) Archaea):

இவ்வகையைச் சேர்ந்த அனைத்து உயிர் வகைகளும் புரோஜினோட் (Progenote) என்று அழைக்கப்படும் ஒரு பொது முன்னோரிடமிருந்து தோன்றியவை என்று கருதப்படுபவையாகும். இவை மற்ற இரண்டுத் தொகுதிகளிலிருந்து இவற்றின் 16S ஆர். ஆர்.என்.ஏ. -வின் தன்மையிலிருந்துப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. மிகக் கடினமான ஹைட்ரஜன் அயனித்தன்மை, வெப்பநிலை, உப்பின் அளவு, மற்றும் அழுத்த நிலை போன்ற சூழல்களில் வாழும் இயல்பினால் இவை உயிர் தொழில்நுட்பவியலில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. இவை 5 வகைகள் மற்றும் 9 குடும்பங்களைப் பெற்றுள்ளன. அவை பட்டியல் 2.1 ல் சுருக்கமாகத் தரப்பட்டுள்ளன.

V.ஆக்டினோமைசெட்கள் (Actinomycetes) :

இவை பூஞ்சை போன்ற கிளைகளுடன் கூடிய இழைகள் பெற்ற பாக்டீரியாக்கள். உண்மையான, கிளைவிட்ட இழைத்தொகுதி இவற்றில் காணப்படுவதால் இவை ஆக்டினோபாக்டீரியாக்கள் (அ) இழைவடிவ (filamentous) பாக்டீரியாக்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் இழைகள் பூஞ்சைகளின் மைசீலியம் எனப்படும் இழைகளை விட அகலம் குறைவாகவும், பொதுவாக 0.5 முதல் 1.0 மில்லி மைக்ரான்கள் அகலமுடையதாகவும், சிலசமயங்களில் 2.0 மில்லி மைக்ரான்கள் அகலமுடையதாகவும் இருக்கும். இவ்விழைகளின் நுனியில் மணிக்கோர்வை போன்று கொனீடியாக்கள் (conidia) எனப்படும் பால்வழி இனப்பெருக்க வித்துக்கள் (sexual spores) உண்டாக்கப்படுகின்றன. சில மண்வாழ் ஆக்டினோமைசெட்டுகள் வித்துப்பைகளையும் (sporangium) பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றின் இழைகளின் நுனியில் சிறுசிறு உருண்டைகள் போன்ற பாசில்லரி (Bacillary) (அ) காக்காய்டு (Coccoid) உருவங்கள் தோன்றுகின்றன. கிராம் சாயம் ஏற்கும் பாக்டீரியாக்களான இவை ஒளிச்சேர்க்கை செய்யாமல் வேதிமுறையில் உணவீட்டம் செய்யக்கூடியவை.

(எ.கா.) ஆக்டினோமைசஸ் (*Actinomyces*), ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் (*Streptomyces*), நோகார்டியா (*Nocardia*).

பட்டியல் 2.1: ஆர்க்கியோபாக்டீரியாக்களின் வகைகள்

வகைகள்(Orders)	குடும்பங்கள்(Family)	இனங்கள்(Genera)
மெத்தனோபாக்டீரியாக்கள் (Methanogenic Bacteria)		
I மெத்தனோ-பாக்டீரியேல்ஸ் (Methanogenic bacteriales)	1.மெத்தனோபாக்டீரியேசியே (Methanobacteriaceae)	1. மெத்தனோப்ரீவிபாக்டர் (*Methanobraevibacter*) 2. மெத்தனோ தெர்மோபாக்டர் (*Methanothermobacter*) 3. மெத்தனோஸ்பேயெரா (*Methanosphaera*) 4. மெத்தனோபாக்டீரியம் (*Methanobacterium*)
	2. மெத்தனோதெர்மேசியே (Methanothermaceae)	1. மெத்தனோ தெர்மஸ் (*Methanothermus*)
II மெத்தனோ கொக்கேல்ஸ் (Methanococcales)	1. மெத்தனோ கொக்கேசியே (Methanococcaciae)	1. மெத்தேனோகாக்கஸ் (*Methanocococcus*) 2. மெத்தனோதெர்மோகாக்கஸ் (*Methanothermococcus*)
III மெத்தனோமைக்ரோபியேல்ஸ் (Methanomicrobiales)	1. மெத்தனோமைக்ரோபியேசியே (Methanomicrobiaceae)	1. மெத்தனோமைக்ரோபியம் (*Methanomicrobium*) 2. மெத்தனோலாசினியா (*Methanolacinia*) 3. மெத்தனோஜீனியம் (*Methanogenium*) 4. மெத்தனோகல்லியஸ் (*Methanoculleus*) 5. மெத்தனோபோலிஸ் (*Methanofollis*)
	2. மெத்தனோகார்பஸ்குலேசியே (Methanocorpusculaceae)	1. மெத்தனோகார்ப்பஸ்குலம் (*Methanocarpusculum*)
	3. மெத்தனோஸ்பைரில்லேசியே (Methanospirilliaceae)	1. மெத்தனோஸ்பைரில்லம் (*Methanospirillum*)

வகைகள்(Orders)	குடும்பங்கள்(Family)	இனங்கள்(Genera)
மெத்தனோபாக்டீரியாக்கள் (Methanogenic Bacteria)		
IV மெத்தனோசார்சினேல்ஸ் (Methanosarcinales)	1. மெத்தனோசார்சினேசியே (Methanosarcinaceae)	1. மெத்தனோசர்சினா (*Methanosarcina*) 2. மெத்தனோஹாலேபைலஸ் (*Methanohalophilus*) 3. மெத்தனோலோபஸ் (*Methanolobus*) 4. மெத்தனோஹாலோபியம் (*Methanohalobium*) 5. மெத்தனோஸால்ஸஸ் (*Methanosalsus*) 6. மெத்தனோகொக்காய்டெஸ் (*Methanococcoides*)
	2. மெத்தனோசெட்டாசியே (Methanoscetaceae)	1. மெத்தனோசேட்டா (*Methanosaeta*)
V மெத்தனோபைரேல்ஸ் (Methanopyrales)	1. மெத்தனோபைரேசியே (Methanopyraceae)	1. மெத்தனோபைரஸ்(*Methanopyrus*)
உச்ச அளவு உவர்நாட்டப் பாக்டீரியாக்கள் (Extremely Halophylic bacteria)		
I . ஹாலோபாக்டீரியேல்ஸ்(Halobacteriales)	1. ஹாலோபாக்டீரியேசியே(Halobacteriaceae)	1. ஹாலோபாக்டீரியம் (*Halobacterium*) 2. ஹாலோஆர்குலா (*Haloarcula*) 3. ஹாலோ பெராக்ஸ் (*Haloferax*). 4. ஹாலோகாக்கஸ் (*Halococcus*) 5. நாட்ரனேபாக்டீரியம் (*Natranobacterium*) 6. நாட்ரோமோகாக்கஸ் (*Natromococcus*)

வகைகள்(Orders)	குடும்பங்கள்(Family)	இனங்கள்(Genera)
வெப்பநிலை விரும்பும் சல்பர் பாக்டீரியாக்கள் (Thermophylic surfur- metabolizing bacteria)		
I . சல்போலோபேல்ஸ்(Sulfolobales)	1. சல்போலோபேசியே(Sulfolobaceae)	1. சல்போலோபஸ் (*Sulfolobus*) 2. அசிடியானஸ் (*Acidianus*) 3. டீசல்ப்யூரோலேபஸ் (*Desulfurolobus*)
II . தெர்மோபுரோட்டியேல்ஸ் (Thermoproteales)	1. தெர்மோபுரோட்டியேசியே (Thermoproteaceae)	1. தெர்மோபுரோட்டியஸ் (*Thermoproteus*) 2. பைரோபேக்குலம் (*Pyrobacculum*) 3. தெர்மோபைலம் (*Thermofilum*)
	2. டீசல் ஃப்யூரோ கொக்கேசியே (Desulfurococcaceae)	1. டீசல் ஃப்யூரோகாக்கஸ் (*Desulfurococcus*)
	3. ஸ்டபைலோதெர்மேசியே (Staphylothermaceae)	1. ஸ்டபைலோதர்மஸ் (*Staphylothermus*)
	4. பைரோடிக்டியேசியே(Pyrodictiaceae)	1. பைரிடிக்டியம் (*Pyridictium*)
	5. தெர்மோடிஸ்கேசியே(Thermodiscaceae)	1. தெர்மோடிஸ்கஸ் (*Thermodiscus*)
இடைப்பட்ட வகைகள்		
I . தெர்மோப்ளாஸ்மேல்ஸ் (Thermoplasmales)	1. தெர்மோப்ளாஸ்மேசியே (Thermoplesmaceae)	1. தெர்மோப்ளாஸ்மா (*Thermoplasma*)
II .ஆக்கியோகுளோபேல்ஸ் (Archaeoglobales)	2. ஆர்க்கியோகுளோபேசியே (Archaloglobaceae)	1. ஆர்க்கியோகுளோபஸ் (*Archaeoglobus*)
III .தெர்மோகொக்கேல்ஸ்(Thermococcales)	3. தெர்மோகொக்கேசியே(Thermococcaceae)	1. பைரோகாக்கஸ்(Pyrococcus) 2. தெர்மோகாக்கஸ்(Thermococcus)

இத்தொகுதியைச் சேர்ந்த சில முக்கியப் பேரினங்கள் (Genera) பற்றிய சிறுகுறிப்புகள் பின்வருமாறு :

மைக்ரோகாக்கஸ் (*Micrococcus*) :

இவை நகராத, கிராம் சாயம் ஏற்கும், காற்று நிலை விரும்பும் (Aerobic), கோள வடிவமுடைய நுண்ணுயிர்களாகும். இவை பொதுவாக மண்ணில் சூழ்நிலைக்கேற்ப மஞ்சள் முதல் சிகப்பு நிறம் வரை நிறமிகள் பெற்று காணப்படும். இத்தகைய நிறமிப்பொருட்கள் இவற்றிற்குப் புறஊதாக்கதிர்களிலிருந்து பாதுகாப்பைத் தருகின்றன.

ஆர்த்ரோபாக்டர் (*Arthrobacter*) :

இவை மண்ணில் வாழ்பவை. இவை கோளவடிவமுடையவையெனினும் மிகவேகமாக வளரும் போது இவை ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவமற்ற குச்சிகள் போன்ற அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கக் கூடியவை. பொதுவாக இவை கிராம் சாயமேற்கும் தன்மையுடையவை என்றாலும் சிலவகைகள் கிராம் சாயம் ஏற்கும் இயல்பற்றவை. இவற்றில் சிலவகைகள் நகரும் தன்மை பெற்றுள்ளன.

ஃப்ரான்க்கியா (*Frankia*) :

இவை தாவரங்களின் வேர்முடிச்சுகளில் ஒன்றையொன்று சார்ந்து கூட்டு வாழ்வு முறையில் (Symbionts) காணப்படுபவை. இவை ஆல்டர் (alder), சவுக்கு (Casuarina) போன்ற தாவரங்களில் நைட்ரஜன் சேர்க்கை (Nitrogen fixation) செய்பவை. இவற்றை வளர்ப்பு ஊடகங்களில் வளர்ப்பது கடினம். இவற்றின் காற்று Oõ è çwï^ (*aerial mycelia*) பலசெல்லுடைய வித்துப்பைகளை உருவாக்கக்கூடியவை.

ஆக்டினோமைசஸ் (*Actinomyces*) :

இது இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டான ஒரு இழையுள்ள ஆக்டினோ பாக்டீரியாவாகும். இவை காற்று நிலை விரும்பும் (aerobic) அல்லது தன்மைக்கேற்ப காற்றில்லா நிலை வாழ் (facultative anaerobic) நுண்ணுயிர்களாகும். இவை காற்று

நுண்ணிழைகள் (aerial mycellium) உண்டாக்குவதில்லை. ஆக்டினோமைசஸ் போவிஸ் (*Actinomyces bovis*) என்ற வகை பல்லிடுக்குகளில் வளர்ந்து தாடை வீக்க நோயை உண்டாக்குகின்றன.

பைஃபிடோபாக்டீரியம் (*Bifidobacterium*) :

இவை நுண்ணிழைவடிவமுடையவை. இவை காற்றில்லா நிலை வாழ் (anaerobic) ஒழுங்கற்ற குச்சி வடிவ நுண்ணுயிர்கள். இவை பொதுவாக விலங்குகளின் குடல்பகுதியில் காணப்படுபவை. இவை அமினோ சர்க்கரைச் சத்துள்ள (aminosugars) மனித பாலில் வளரக்கூடியவை.

ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் (Streptomyces) :

இவை நுண்ணிழைகள் (mycelia) உருவாக்கும், மண்வாழ் ஆக்டினோ பாக்டீரியாக்கள். இவை சார்புப்பொருள் (substrate) மற்றும் காற்று (aerial) நுண்ணிழைகள் (mycelium) உண்டாக்குபவை. காற்று நுண்ணிழைகள் (aerial mycelia), பாலிலா இனப்பெருக்கம் செய்யும் கொனீடிய வித்துக்களை (conidio spores), மணிச்சங்கிலிகள் போன்று உருவாக்குகின்றன. இவை நீலம், சாம்பல், பச்சை, சிகப்பு, ஊதா மற்றும் மஞ்சள் நிறங்களில் காணப்படுகின்றன. மழைக்குப்பின் உண்டாகும் மண்வாசனை இவற்றில் உண்டாகும் ஜியோஸ்மைன்ஸ் (geosmines) என்ற எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய (volatile) வேதிப்பொருளால் ஏற்படுகிறது. மிக முக்கியமான நோய் எதிர்ப்பொருட்கள் (antibiotics), பல (உதாரணமாக, ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் (streptomycin), குளோரம்பெனிகால் (chloremphenicol), டெட்ராசைக்ளின் (tetracycline) போன்றவை) இவற்றிலிருந்து உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

ஹெலிக்கோ பாக்டீரியா (*Helicobacteria*) :

இவை மிக அண்மைக்காலத்தில் கண்டறியப்பட்ட ஒரு வகையாகும். இவை அங்கக கார்பன் (organic carbon) சத்தைக் கொண்டு ஒளிச்சேர்க்கை செய்யவல்ல, கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியாக்களாகும். இவை பாக்டீரியோகுளோரோபில் (bacterichlorophyll) எனப்படும் ஒரு சிறப்புவகை பச்சையத்தைப் பெற்றுள்ளன.

இவை காற்றில்லா நிலைவாழ் (anaerobic) ஆக்ஸிஜன்இல்லா (anoxygenic) ஒளிச்சேர்க்கை செய்பவை. (எ.கா) ஹெலிக்கோபாசில்லஸ் (*Helicobacillus*), ஹெலிக்கோபாக்டர் (*Helicobacter*).

வகைபாடு (Classification) :

ஆக்டினோமைசெட்டுகள் செல்இழை (Hypha) மற்றும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் அடிப்படையில் ஏழு குடும்பங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

குடும்பம் (Family) 1 : ஸ்ட்ரெப்டோமைசெட்டே (Streptomycetae) :

துண்டாகாத செல்இழைகள், காற்று நுண்ணிழைகள் (Aerial mycelium) சங்கிலி போன்று வித்துக்கள் அமையப்பெற்ற ஒரு சங்கிலித் தொடரில் 5 முதல் 50 வரை கொனிடியாக்களைக் கொண்ட காற்று நுண்ணிழைகளைக் கொண்டவை.

(எ.கா.) ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் (*Streptomyces*)

குடும்பம் (Family) 2 : நோகார்டியாசியே (Nocardiaceae) :

செல்இழைகள் (Hyphae) ஒரு சிறப்பு வகையில் துண்டுகளாகக் காணப்படுதல்

(எ.கா.) நோகார்டியா (*Nocardia*), ஸுடோநோகார்டியா (*Pseudonocardia*)

குடும்பம் (Family) 3: மைக்ரோமோனாஸ்போரேசியே (Micromonosporaceae):

செல் இழைகள் (Hyphae) துண்டடையாமல், கொனீடியங்கள் தனியாகவோ (அ) இணையாகவோ (அ) சிறிய சங்கிலித் தொடர்களாகவோ இருத்தல்.

(எ.கா.) மைக்ரோமானோஸ்போரா (*Micromonospora*), தெர்மோமானோஸ்போரா (*Thermomonaspora*), தெர்மோஆக்டினோமைசெட்ஸ் (*Thermoactinomycetes*), ஆக்டினோபைபிடா (*Actinobifida*).

குடும்பம் (Family) 4 : ஆக்டினோ பிளானேசியே (Actinoplanaceae) :

வித்துக்கள் பெற்ற வித்துப்பைகள்; 0.2 முதல் 2.0 மில்லி மைக்ரான் வரை

அகலமான செல் இழைகள் பெற்றவை. (எ.கா.) ஸ்ட்ரெப்டோஸ்போராஞ்சியம் (*Streptosporangium*), ஆக்டினோபிளேன்ஸ் (*Actinoplanes*), பிளாஸ்மாபைஸ்போரா (*Plasmabispora*), டாக்டைலோஸ் போராஞ்சியம் (*Dactylosporangium*).

குடும்பம் (Family) 5 : டெர்மட்டோபைலேசியே (Dermatophilaceae) :

செல் இழைகள் பிரிந்து உருண்டைவடிவ நகரும் உறுப்புகளாகக் காணப்படுதல்.

(எ.கா.) ஜியோடெர்மடோபைலஸ் (*Geodermatophilus*)

குடும்பம் (Family) 6 : ஃப்ராங்க்கியேசியே (Frankiacea) :

அவரையினத் தாவரங்களின் (leguminous plants) வேர் முடிச்சுகளில் (root nodules) மட்டுமே காணப்படுபவை. (எ.கா.) ஃப்ராங்க்கியா (*Frankia*)

குடும்பம் (Family) 7 : ஆக்டினோமைசெட்டாசியே (Actinomyceatacea) :

உண்மையான நுண்ணிழைகள் (true mycelium) உண்டாக்கப்படுவதில்லை; சாதாரணமாக கட்டாயமாக (அ) நிலை மாறும் தன்மையுடன் கூடிய காற்றில்லா நிலைச் சுவாசம் (strictly or facultative anaerobic).

(எ.கா.) ஆக்டினோமைசஸ் (*Actinomyces*)

VI. பூஞ்சணங்கள் (அ) பூஞ்சைகள் (Fungi) :

இவை பச்சையம் போன்ற நிறமிகளற்ற, வேர், தண்டு, இலை போன்ற தனியுறுப்பற்ற தாவர உடலங்களைப் (thallus) பெற்ற சுயசார்பற்ற நுண்ணுயிர்களாகும். இவற்றின் செல்களில் பச்சையம் இல்லாதது இந்நுண்ணுயிர் வகையின் தனித்தன்மையாகும். ஆகவே இவை இறந்த உயிர்ப்பொருள்களில் சாறுண்ணிகளாகவோ அல்லது விலங்கு, தாவரங்களில் ஒட்டுண்ணிகளாகவோ வாழும் தன்மையுடையவை. பூஞ்சணங்கள் அவற்றின் உருவ அமைப்பு, வளர்நிலைகள் மற்றும் செயல்கள் போன்றவற்றின் அடிப்படையில் ரொட்டிப் பூஞ்சணங்கள் (அ) மோல்டுகள் (molds), துருப்பூஞ்சணம் (அ) ரஸ்ட்கள் (rusts),

கரிப்பூட்டை பூஞ்சணம் (அ) ஸ்மட்கள் (smuts), காளான்கள் (mushrooms), வாடல் பூஞ்சணங்கள் (wilt fungi) எனப் பலவாறு அழைக்கப்படுகின்றன. பூஞ்சண்ங்களைப் பற்றிய அறிவியல் விளக்கங்களின் தொகுப்பு பூஞ்சணவியல் (Mycology) என அழைக்கப்படுகிறது. இதுவரை சுமார் 1,00,000 மேற்பட்ட பூஞ்சண இனங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

பூஞ்சணங்கள் பரவலாக எல்லா இடங்களிலும் காணப்படுபவை. சில வகைகள் நீரிலும், சில வகைகள் நிலத்திலும் மற்றும் சில காற்றிலும் காணப்படுபவை. சில வகைகள் தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் மனித உடல்களில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. இவற்றின் தாவர உடலம் (thallus) கிளைத்த நுண்ணிழைகளின் வலைப்பின்னல்களாகக் காணப்படுகிறது. இவற்றில் ஹைபாக்கள் (hyphae) அல்லது செல்இழைகள் செல்இடைச்சுவர்கள் அற்றும் (aseptate) அல்லது செல் இடைச்சுவர் பெற்றோ (septate), ஒன்று, இரண்டு அல்லது பல உட்கருக்களைப் பெற்றோ காணப்படும். செல் இடைச்சுவர்கள் அல்லது செல்குறுக்குச்சுவர்கள் (septa) துளைகளுடன் இருக்கும். ஆனால் பெஸிடியோ மைசெட்டுகளில் டோலிபோர் செப்டம் (dolipore septum) என்ற வகை குறுக்குச்சுவர்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் செல்சுவர் பூஞ்சண செல்லுலோஸ் அல்லது கைட்டின் (chitin) களால் ஆனது. இவற்றில் பச்சையம் இல்லை. ஆனால் கரோட்டினாய்டுகள் உண்டு.

பசைப்பூஞ்சணங்கள் (slime molds) என்பவை மற்றுமொரு வகைப் பூஞ்சணங்களாகும். இவை உருவத்தில் பூஞ்சணங்கள் மற்றும் முதலுயிரிகள் (Protozoa) ஆகியவற்றுடன் பல ஒற்றுமைகளைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றில் இரண்டு வகைகள் உண்டு; செல்லுடைய (cellular) பசைப் பூஞ்சணங்கள் மற்றும் செல்லற்ற (acellular) பசைப்பூஞ்சணங்கள். செல்சுவர்பெற்ற பசைப் பூஞ்சணங்கள் (cellular slime molds) அமீபா போன்ற செல்களைப் பெற்றவை. செல்லற்ற பசைபூஞ்சணங்கள் (acellular slime molds) உறையற்ற (naked) மற்றும் குறிப்பிட்ட அளவு அல்லது உருவமற்ற புரோட்டோபிளாசத்தைப் பெற்றுள்ள பிளாஸ்மோடியாக்கள் (Plasmodia) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அவை அழுகும் தாவரப்பொருட்கள் மற்றும் மண்ணில் வாழ்கின்றன. அவை பாக்டீரியாக்களை செல்

விழுங்குதல் (phagocytosis) முறையில் உண்கின்றன. செல்லுடைய பசைப்பூஞ்சணங்களுக்கு, டிக்டியோஸ்டெலின் (*Dictyostelin*) இனத்தையும், செல்லற்ற பசைப்பூஞ்சணத்திற்கு பிளாஸ்மோடியம் (*Plasmodium*) வகை பூஞ்சணத்தையும் உதாரணமாகச் சொல்லலாம்.

ரொட்டிப் பூஞ்சணங்கள் (Molds) என்பவை இழையுடன் கூடிய, ரொட்டிகள், பாலடைக்கட்டி மற்றும் பழங்களில் வளரும் பூஞ்சணங்களாகும். இவற்றின் நுண்ணிழைகள் (mycellium) கோயெனோசைட்டிக் (coenocytic) அதாவது செல் குறுக்குச் சுவர்களற்ற வகையிலும், கிளைத்தும், உள்ளே (அ) வெளியே அமையப்பெற்ற காற்றில் கிளைத்த மைசீலியாக்கள் உற்பத்தி செய்யும் கொனீடியாக்களுடனும் இருக்கும். அந்தக் கொனீடியாக்கள் பாலிலா இனப்பெருக்கம் செய்யும், கறுப்பு, நீலப்பச்சை, சிகப்பு, மஞ்சள் அல்லது பழுப்புநிற உறுப்புகளாகும். பாலணுப்பைகள் (Gametangia) பால்இனப்பெருக்கம் செய்யும் காலத்தில் ஒரு சிறப்புவகை செல்இழைகளிலிருந்து பிரிதல் முறையிலோ (அ) ஒருசெல் பாலணுக்களிலிருந்தோ (gametes) தோன்றி வித்துக்கள் (spores) உற்பத்தி செய்கின்றன. இத்தகைய வித்துக்கள் உள் வித்துக்களாக (endogenous) ஏற்படும் போது அவற்றிற்கு ஆஸ்கோஸ்போர்கள் (ascospores) என்று பெயர். அவை பை போன்ற ஆஸ்கஸ் என்ற உறுப்புகளில் சிலவற்றில் ஆஸ்கோமைசெட்ஸ் வகைகளில் காணப்படும். ஆனால் அவை வெளிவித்துக்களாக (exogenous), உற்பத்தியாகும் போது கோடாலி உருவ (club-shaped) பெசிடியம் (basidium) என்ற உறுப்புகளில் காணப்படும். அத்தகைய பூஞ்சணங்களுக்கு பெசிடியோமைசெட்டுகள் (Basidiomycetes) என்று பெயர். ஆஸ்கோமைசெட்டுகள் (Ascomecetes) வகையைச் சேர்ந்த ஈஸ்ட்கள் ஒரு செல்லுடைய, கோளவடிவ, நீள் உருண்டைவடிவ அல்லது உருளை வடிவமுடைய, மொட்டுவிடல் (budding) முறையில் செல்பிரிதல் நடத்தும் நுண்ணுயிர்களாகும். பொதுவாக, ஈஸ்ட்கள் மைசீலியம் (அ) நுண்ணிழைகள் உண்டாக்குவதில்லை. ஆனால் சிலசூழ்நிலைகளில் அடுமனை ஈஸ்ட்கள் (Baker's yeast) அதாவது சாக்ரோமைசஸ் செரிவிசியே (*Saccharomyces cerevisiae*) வகையைச் சார்ந்தவை பொய் மைசீலியங்களை (pseudomycelium) உண்டாக்குகின்றன. ஈஸ்ட்கள் பால்வழி இனப்பெருக்கத்தில் செல்இணைப்பு (cell

fushion) வழி கருமுட்டைகள் (zygotes) உற்பத்தி செய்து, அக்கருமுட்டைகள் மூலம் ஆஸ்கோஸ்போர்கள் (அ) ஆஸ்கோவித்துக்களை (ascospores) உண்டாக்குகின்றன. அவை சர்க்கரையுள்ள ஊடகத்தில் வளர்கின்றன.

மற்றொரு பெரிய பூஞ்சணவகை, பெசிடியோமைசெட்ஸ் (Basidiomecetes) ஆகும். அவை இழைவடிவுடனும், பெசிடியோகார்ப்புகள் (Basidocarps) எனப்படும் கனிஅங்கம் (fruiting body) உண்டாக்குபவையாகவும் உள்ளன. அவை மண்ணிலுள்ள அல்லது மரத்தண்டுப்பகுதியில் உள்ள உயிரற்ற அங்ககப் பொருட்களில் காணப்படும் பால்வழி இனப்பெருக்கம் செய்யும் வித்துக்களான பெசிடியோஸ்போர்ஸ் (Basidiospores) என்பவற்றை அவை உற்பத்தி செய்கின்றன. இரண்டு பெசிடியோஸ்போர்கள் அல்லது இரண்டு ஒருமை (haploid) நுண்ணிழைகள் (mycelium) இணைந்து இருசெல்லுடைய மைசீலியம் உண்டாகி, அது மேலும் வளர்ந்து தாவர உடலமாக (thallus) மாறுகிறது.

வகைபாடு (Classification) :

பூஞ்சணங்கள் இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

பிரிவு (Division) I	:	மிக்ஸோமைக்கோட்டா (Myxomycota)
பிரிவு (Division) II	:	யூமைக்கோட்டா (Eumycota)

***பிரிவு (Division) I* : மிக்ஸோமைக்கோட்டா (Myxomycota) :**

இதில் நான்கு வகுப்புகள் (classes) அடங்கும்.

வகுப்பு (Class - I) : ஏகிராஸியோமைசெட்ஸ் (Acrasiomycetes) :

வளர்பருவம் (assimilative phase) தனித்து வாழும் (free living) அமீபா போன்ற உயிரிகள்; அவை இணைந்து இனப்பெருக்கத்திற்கு முன் பொய் பிளாஸ்மோடியம் (pseudoplasmodium) ஆகின்றன.

வகுப்பு (Class - II) : ஹைட்ரோமிக்சோமைசெட்ஸ் (Hydromyxomycetes) :

வலைப்பின்னல் போன்ற பிளாஸ்மோடியம் உடையவை.

வகுப்பு (Class - III) : மிக்சோமைசெட்ஸ் (Myxomycetes) :

பிளாஸ்மோடியம் சாறுண்ணி அல்லது தனித்து வாழ்பவை.

வகுப்பு (Class - IV) : பிளாஸ்மோடியோபோரோமைசெட்ஸ் (Plasmodiophoromycetes) :

பிளாஸ்மோடியம் தாவரஒம்புயிரியில் ஒட்டுண்ணி.

***பிரிவு (Division - II)* : யூமைக்கோட்டா (Eymycota) :**

இது ஐந்து உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

உட்பிரிவு (Sub division) - I	:	**மாஸ்டிகோமைக்கோட்டினா** (Mastiogomycotina)
உட்பிரிவு (Sub division) - II	:	**சைகோமைக்கோட்டினா** (Zygomycotina)
உட்பிரிவு (Sub division) - III	:	**ஆஸ்கோமைக்கோட்டினா** (Ascomycotina)
உட்பிரிவு (Sub division) - IV	:	**பெசிடியோமைக்கோட்டினா** (Basidiomycotina)
உட்பிரிவு (Sub division) - V	:	**டியூட்டிரோமைக்கோட்டினா** (Deuteromycotina)

உட்பிரிவு (Sub division) - I : மாஸ்டிகோமைக்கோட்டினா (Mastiogomycotina)

இது மூன்று வகுப்புகளாக (classes) **பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.**

வகுப்பு (class) I : கைட்ரிடியோமைசெட்ஸ் (Chytridiomycetes) :

இயங்கும் வித்துக்கள் (zoospores) **பின்னுடல் பகுதியில் ஒரு கசையிழை** (uniflagellate) **பெற்றவை (கசை போன்ற புறஇழைகள்** whiplike flagella **பெற்றவை)**



வகுப்பு (class) II : ஹைறபோகைட்டிரிடியோமைசெட்ஸ் (Hyphochytrodiomycetes) :

இயங்கும் வித்துக்கள் (zoospores) முன்னுடல் பகுதியில் ஒருகசையிழை (uni-flagellate) பெற்றவை (கசையிழைகள் தகடு (tinsel) வகையைச் சார்ந்தவை).

வகுப்பு (class) III : ஊமை ›செட்ஸ் (Oomycetes) :

இயங்கும் வித்துக்கள் (zoospores) இருகசையிழைகள் பெற்றவை (முன்னுடலில் கசைவடிவிலும், பின்னுடலில் தகடு (tinsel) வடிவிலும் இழைகள் பெற்றவை); செல்சுவர் செல்லுலோஸால் ஆனது.

உட்பிரிவு (Sub division) - II : ஸைகோமைக்கோட்டினா (Zygomycotina) :

இது இரண்டு வகுப்புகளாகப் (classes) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

வகுப்பு (class) I : சைகோமைசெட்ஸ் (Zygomycetes) :

இது இரண்டு துறைகள் (அ) வரிசைகள் (Orders) ஆகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

துறை (அ) வரிசை (Order) I : மியூக்கோரேல்ஸ் (Mucorales) :

(மண் மற்றும் சாணம் வாழ் சாறுண்ணிகள்)

துறை (அ) வரிசை (order) II : என்டமோபோரேல்ஸ் (Entamophorales) :

பூச்சிகளில் வாழும் ஒட்டுண்ணிகள்

வகுப்பு (Class) II : டிரைக்கோமைசெட்ஸ் (Tricomycetes) :

இவை பூச்சிகள், பூச்சிகளின் இளம்உயிரிகள், மரவட்டைகள் போன்றவற்றில் வாழும், பெரும்பாலும் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழும், பரிணாமத்தொடர்பு வரையறுக்கப்படாத பூஞ்சைகள்.

உட்பிரிவு (Sub division) - III : ஆஸ்கோமைக்கோட்டினா (Ascomycotina) :

இவற்றில் ஆறு வகுப்புகள் (classes) அடங்கும்.

வகுப்பு (class) I : ஹெமிஆஸ்கோமைசெட்ஸ் (Hemiascomycetes) :

இவை ஆஸ்கோகார்ப்புகள் (ascocarps) மற்றும் ஆஸ்கோஸ்போர்கள் உற்பத்தி செய்யும் ஹைபாக்கள் (அ) செல்லிழைகள் அற்றவை. தாவர உடலம் (thallus) ஈஸ்ட் போன்றோ (அ) நுண்ணிழை வடிவிலோ (mycelial) காணப்படும்.

வகுப்பு (class) II : லோக்குலோஆஸ்கோமைசெட்ஸ் (Loculoascomycetes)

ஆஸ்கோகார்ப்புகள் மற்றும் ஆஸ்கோ வித்துகள் உற்பத்தி செய்யும் ஹைபாக்கள் (ascogenous hyphae) உள்ளவை. தாவர உடலம் நுண்ணிழை (mycelial) வடிவுடையன. ஆஸ்கஸ்கள் இருஉறையுடையன.

வகுப்பு (class) III : ப்ளெக்டோமைசெட்ஸ் (Plectomycetes) :

ஆஸ்கஸ்கள் ஒருறை உடையன. ஈருறை பெற்றிருப்பின் ஆஸ்கோகார்ப்புகள் அபோதீசியம் (apothecium) ஆக உடையவை. ஆஸ்கோவித்துக்கள் இடைச்சுவர்கள் அற்றவை.

வகுப்பு (class) IV : லேபௌல்பெனோமைசெட்ஸ் (Laboulbenomycetes) :

ஆஸ்கஸ்கள் வரிசையாக ஆஸ்கோகார்ப்புகளில் அமையப்பெற்றவை. கணுக்காலிகளில் புறஉடலில் ஒட்டுண்ணிகள்; தாவர உடலம் குறைவாகப் பெற்றவை ; ஆஸ்கோகார்ப்புகள் பெரிதீசியம் (perithecium) வகையைச் சார்ந்தவை. ஆஸ்கஸ்கள் மூடிகளற்றவை (inoperculate).

வகுப்பு (class) V : பைரெனோமைசெட்ஸ் (Pyrenomycetes) :

கணுக்காலிகளில் புறஉடல் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழாதவை. ஆஸ்கோகார்ப்புகள் பெரிதீசியம் (perithecium) ஆக துளையுள்ளவையாக (ostiolate) பெற்றவை. ஆஸ்கஸ்கள் மேற்பகுதியில் ஒரு துளை அல்லது பிளவுடன், மூடியற்றும் (inoperculate) காணப்படும்.

வகுப்பு (class) VI : டிஸ்கோமைசெட்ஸ் (Discomycetes) :

ஆஸ்கோகார்ப்புகள் அபோதீசியம் (apothecium) அல்லது மாறுபாடடைந்த

அபோதீசியம் ஆக உள்ளவை. ஆஸ்கஸ்கள் மூடியற்றவை (inoperculate) அல்லது மூடியுள்ளவை (operculate).

உட்பிரிவு (Sub division) - IV : பெசிடியோமைக்கோட்டினா (Basidiomycotina)

இவ்உட்பிரிவில் மூன்று வகுப்புகள் (classes) அடங்கும்.

வகுப்பு (class - I) டீலியோமைசெட்ஸ் (Teliomycetes) :

இவற்றில் பெசிடியோகார்ப்புகளுக்கு (basiodiocarps) பதிலாக டீலியோஸ்போர்கள் அல்லது கிளாமிடோஸ்போர்கள் (chlamydospores) இருக்கும். தண்டுடைத்தாவரங்களில் (vascular plants) ஒட்டுண்ணிகள்.

வகுப்பு (Class) II : ஹைமெனோமைசெட்ஸ் (Hymenomycetes) :

நன்கு வளர்ச்சி பெற்ற பெசிடியோகார்ப்புகள் பெற்று, பெசிடியாக்கள் ஹைமீனியம் (Hymenium) ஆக அமையப் பெற்றவை. சாறுண்ணிகள் (அ) அரிதாக ஒட்டுண்ணிகள்.

வகுப்பு (Class) III : காஸ்டிரோமைசெட்ஸ் (Gasteromycetes) :

பெசிடியோகார்ப்புகள் ஆஞ்சியோகார்ப்பஸ் (angiocarpous) வகையைச் சார்ந்தவை. பெசிடியாக்கள் ஹாலோபெசிடியாவாக (holobasidia) உள்ளவை.

உட்பிரிவு (Sub division) - V : டியூட்டிரோமைக்கோட்டினா (Deuteromycotina)

ஏய்ன்ஸ் வொர்த் (Ainsworth 1973) இவ்வுட்பிரிவை மூன்று வகுப்புகளாகப் பிரித்துள்ளார்.

வகுப்பு (Class) I : பிளாஸ்டோமைசெட்ஸ் (Blastomycetes) :

மொட்டுவிடும் ஈஸ்ட் (அ) ஈஸ்ட் போன்ற செல்கள் பெற்றவை. உண்மையான மைசீலியம் அற்றவை (அ) நன்கு வளரப் பெறாதவை. பொய் மைசீலியங்கள் (pseudomycelium) பெற்றோ (அ) பெறாமலோ இருப்பவை.

வகுப்பு (Class) II : ஹைஹபோமைசெட்ஸ் (Hyphomycetes) :

நுண்ணிழைகள் (mycelium) நன்கு வளரப்பெற்றவை. மொட்டுவிடும் செல்கள் இல்லை. மைசிலியம் மலடாகவோ அல்லது வித்துக்களை நேரடியாகவோ (அ) சிறப்புவகை கிளைகளிலோ ஸ்போரோஸ்போர்கள் (sporospores) பெற்று, பிக்னீடியா (pycnidia) (அ) ஏசெர்வுலி (acervuli) என்ற உறுப்புகளின் தொகுப்புகளாகப் பெறாமல் காணப்படும்.

வகுப்பு (Class) III : சீலோமைசெட்ஸ் (Coelomycetes) :

வித்துக்கள் பிக்னீடியா (pycnidia) (அ) ஏசெர்வுலி (acervuli) களிலோ காணப்படும்.

VII. முதலுயிர்கள் (அ) புரோட்டோஸுவா (Protozoa)

முதலுயிர்கள் (அ) புரோட்டோசோவா ஒரு செல்லிலான நுண்ணுயிர்களாகும். விலங்குகளிலேயே மிக எளிய அமைப்பைக் கொண்டவை புரோடோசோவா எனலாம். புரோட்டோசோவா என்பதன் பொருள் (கிரேக்க மொழியில்) முதல் விலங்கு என்பதாகும். அளவிலும் உருவத்திலும், அமைப்பிலும், செயலிலும் மாறுபட்ட ஆயிரக்கணக்கான இனங்கள் புரோட்டோசோவாவில் உள்ளன.

வகைபாடு (Classification)

தொகுதி (Phylum) புரோட்டோசோவாவைச் சேர்ந்த உயிர்களின் இயங்கும் தன்மையைப் பொறுத்து நான்கு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன:

1. சார்கோடினா (Sarcodina)
2. இன்ஃபுசோரியா (Infusoria)
3. மாஸ்டிகோபோரா (Mastigophora)
4. ஸ்போரோசோவா (Sporozoa) என்பதாகும்.

வகுப்பு சார்கோடினாவைச் சார்ந்த உயிர்களே மிக எளியன. இவை அமைப்பில் அமீபாப் போன்றவை (ameoba) தன் உடலத்தின் புரோட்டோபிளாசத்திலிருந்து

விரல்கள் போன்ற நீட்சிகளையுண்டாக்கி அவற்றால் நகருகின்றன. இன்பூசோரியா வகுப்பைச் சேர்ந்த புரோட்டோசோவா சீலியா (Cilia) எனப்படும் நுண்ணிய உரோமம் போன்ற இழைகளால் நீந்துவதைப் போன்று நகருகின்றன. மூன்றாவது வகுப்பாகிய மாஸ்டிகோ போராவைச் சேர்ந்தவை, செல்லின் ஒரு முனையில் அமைந்துள்ள நீண்ட இழைகள் போன்ற உறுப்புகளால் நகர்வன. நான்காவது வகுப்பாகிய ஸ்போரோசோவாவைச் சேர்ந்தவை பொதுவாக நகரும் தன்மையில்லாத வித்துக்கள் (spores) போன்ற உயிர்களாகும். இவ்வகைப்பாட்டு முறை பட்டியல் 2.2ல் சுருக்கமாகத் தொகுத்துக் கூறப்பட்டுள்ளது.

பட்டியல் 2.2 புரோட்டோசோவாவின் வகைபாடு

வகுப்பு	பொதுப்பண்புகள்	எடுத்துக்காட்டு
1. சார்கோடினா	இயக்கத்திற்கும், இரையைப் பிடிக்கவும் பொய்க்கால்களைப் பெற்றுள்ளவை. பெரும்பாலும் தனித்து வாழ்வன. சில மனிதனில் ஒட்டுண்ணியாக உள்ளன.	*அமீபா புரோடியஸ்* *எண்டமீபா கோலி* *எண்டமீபா* *ஹிஸ்டலிடிகா*
2. மாஸ்டிகோபோரா	புறஇழைகளைக் கொண்டு இயங்குவன. சில பச்சையத்தைப் பெற்று ஒளிச்சேர்க்கை புரிகின்றன. சில மனிதனில் ஒட்டுண்ணியாக உள்ளன.	*யூக்ளினா,* *வால்வாக்ஸ்* *டிரைகோநிம்ப்பா* *டிரைகோமொனாஸ்* *டிரிபனசோமா*
3. இன்ஃபுசோரியா	சீலியாவினால் இயங்குவன. புணர்ச்சியால் பாலினப் பெருக்கமும் இரு கூறாக்க முறையால் பாலிலா இனப்பெருக்கமும் செய்வன. சில மனிதனிலும், விலங்குகளிலும் ஒட்டுண்ணியாக உள்ளன.	*பாரமீசியம்* *வொர்டி செல்லா,* *பாலண்டிடியம் கோலி*
4. ஸ்போரோசோவா	மிகச்சிறியது. பெரும்பாலானவை தன் வாழ்க்கைச் சூழலைப் பல ஓம்புயிர்களில் கழிப்பன. வித்துக்கள் உண்டாக்குவன. யாவும் ஒட்டுண்ணியாக வாழ்வன.	மோனோசிஸ்டிஸ், போரோஸ்போரா பிளாஸ்மோடியம்

மேற்கண்ட ஒவ்வொரு வகுப்பையும் சேர்ந்த உயிர்களின் அமைப்பும், உணவு முறையும், இனப்பெருக்க முறையும் பெரிதும் வேறுபடுவதனால், ஒவ்வொன்றின் சிறப்பியல்புகளும் தனித்தனியாகச் சுருக்கிக் கீழே கூறப்பட்டுள்ளன.

வகுப்பு : சார்கோடினா

எ.கா: அமீபாக்கள் (Amoebae)

அமீபாக்களில் முக்கிய இனமாகக் கருதப்படுவது அமீபா ப்ரோடியஸ் (*Amoeba proteus*) என்பதாகும்.

அமீபாவின் செல்லில் தனிப்பட்ட செல் சவ்வு (membrane), செல்சுவர் கிடையாது. சைட்டோபிளாசம் செல்கூழ்மம் (Cytoplasm) (அ) உட்கரு முதலியன காணப்படுகின்றன. உட்சோற்றில் மணிகள் (granules) போன்ற உட்சோற்றுப் பகுதிகளும், உணவு, நீர் கழிவுப் பொருட்கள் முதலியவற்றைக் கொண்ட வேக்குவோல்களும் (vacuoles) காணப்படுகின்றன. செல்சவ்வு, சில உணவுக் கரைசல்களையும், கழிவுப் பொருட்களையும் ஊடுருவவிடும் (permeable) தன்மையுள்ள தேர்வுச் சவ்வாகச் (selective membrane) செயல்படுகின்றது. இவை, பொய்க்கால்கள் (pseudopods) எனக் கூறப்படும் உறுப்புகளின் உதவியால் திட உணவுப் பொருள்களை விழுங்குகின்றன. அமீபாவிலுள்ள நியூக்ளியகம், இனப்பெருக்கச் செயல், ஆக்கச் சிதைவுச் செயல்கள், கால்வழிப் பரிமாற்றம் முதலிய செயல்களுக்கு உதவுகின்றது.

எளிய பாலிலா இனப்பெருக்க முறையான இரு கூறாக்கப் பிரிவு முறைதான் அமீபாவின் இனப்பெருக்க முறையாகும். சாதகமற்ற சூழ்நிலைகளைக் கழிப்பதற்காகச் சில அமீபாக்கள் கூடாகிவிடுதலும் (encysting) உண்டு. இக்கூடுகளின் (cysts) மிகக் குறைந்த அளவு ஆக்கச் சிதைவுச் செயல்களால் இவை சாதகமற்ற சூழ்நிலைகளைக் கழித்துப்பின் சாதகமான சூழ்நிலை வரும்பொழுது, வெளிவந்து அமீபா உடலமாகிச் செயல்படுகின்றன.

அமீபாக்களில் முக்கியமான மற்றொரு பொதுஇனம் என்டமீபா (Entamoeba) என்பதாகும். இவற்றைச் சார்ந்த இனங்கள் விலங்குகளின் குடற்பகுதியில் வாழ்வன.

ஈ.கோலை (*E. coli*) எனும் இனம் மனிதனின் குடற்பகுதியில் வாழ்கின்ற தீங்கற்ற இனம்; ஆனால் ஈ.ஹிஸ்டோலிடிகா (*E. histolytica*) எனும் இனம் மனிதனுக்கு வயிற்றுக் கடுப்பு (dysentry) உண்டாக்குகின்றது.

வகுப்பு : இன்ஃபூசோரியா

சீலியாவுடைய (ciliated) புரோட்டோசோவா இனங்களில் முக்கியமானதாகக் கருதப்படுவது (எ.கா.) பரமீசியம் (*Paramecium*). பரமீசியங்கள் அங்ககப் பொருட்கள் கலந்துள்ள நீர்நிலைகளில் (குளம், குட்டை) காணப்படுகின்றன.

அமீபாக்களைப் போன்றே பரமீசியாவும் நுண்ணிய உயிர்களாகும். ஆனால், அமீபாக்களைவிடப் பரிணாம வளர்ச்சியடைந்தனவாகக் கருதப்படுகின்றன. செல்லின் உட்பகுதி அரைத்திடவ நிலையில் (semi solid) உள்ளதாகவும், மணிகள் (granules) போன்ற புரோட்டோபிளாசப் பகுதிகளுடனும், பலவித நுண்குமிழ்களுடனும் காணப்படுகின்றது. இவற்றின் உருவம் நீள் வட்டவடிவில் முன்புறம் தட்டையாகவும், அடிப்பகுதி சிறிது கூராகவும், செருப்பின் அடிப்பகுதி போலக் காணப்படுகின்றது. செல்லின் மேற்பரப்பு முழுதும், நூற்றுக்கணக்கான, குட்டையான நுண்ணிழைகளால் சூழப்பட்டுள்ளது. நுண்ணிழைகள் இயக்கத்திற்கு மட்டுமல்லாமல், உணவுப்பொருட்களை வாய்த்துளைக்குள் (mouth pore) செலுத்தவும் பயன்படுகின்றன.

பரமீசியத்தின் வாய்த்துளைக்குள் செல்லும் உணவுத் துகள்கள் நுண்ணிழைகளால் உணவுக் குழலுக்குள் (gullet) தள்ளப்படுகின்றன. இவ்வுணவுக் குழல், உணவுப் பொருளை ஒரு உணவு வேக்குவோலில் (food vacuole) கொண்டு சேர்க்கின்றது. இங்கு நொதிகளால் செரிக்கப்படுகின்றன. செரிக்கப்படாத கழிவுப் பொருட்கள் மலத்துளை (anal pore) எனும் தனிப்பட்ட அமைப்பின் மூலம் வெளியேற்றப்படுகின்றது. பரமீசியத்தில், பெரும் உட்கரு (macro nucleus) ஒன்றும், நுண் உட்கரு (micro nucleus) ஒன்றும் ஆக இரண்டு உட்கருக்கள் உள்ளன. பெரும் உட்கரு, மேற்கண்ட செயலியல் கிரியைகளில் ஈடுபடுவதாகவும், நுண் உட்கரு இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடுவதாகவும் கருதப்படுகின்றது.

பரமீசியாவில் பாலிலா இனப்பெருக்கம் இரு கூறாக்க முறையிலும், பாலினப் பெருக்கம் புணர்ச்சி முறையிலும் நிகழ்கின்றது. இருந்தபோதிலும், பெரும்பாலும் காணப்படுவது இரு கூறாக்க முறையே. இம்முறையின் பொழுது, பரமீசியச் செல் நீளவாக்கில் நீட்சியடைந்து, நீட்சியடைந்த நுக்ளியகங்களுக்கு இடையில் குறுக்காகச் சவ்வுத் தடுப்பு தோன்றி, இரு செல்லாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. இப்பிரிவினையால், கீழ்ப்புறத்திலுள்ள செல்லில் உணவுக் குழாயும், மலத் துளையும் அமைகின்றன. மேல்புறமுள்ள செல்லில் புதிதாக இவை உண்டாக்கப்படுகின்றன.

சில சூழ்நிலைகளில் நிகழும் பாலினப் பெருக்கத்தின் பொழுது இரு பரமீசியா அருகருகில் வந்து வாய்ப்பகுதிகள் தொடும்படி இணைகின்றன. இப்புணர்ச்சியின் பொழுது நுண் உட்கருக்களின் பிரிவினால் ஒவ்வொன்றிலும் இரு ஒருமை உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன. இவற்றிலொன்று இடம்மாறி ஒன்றுக்கொன்று பரிமாறிக் கொள்ளப்பட்டபின், இரு வேறுபட்ட ஒருமை உட்கருக்களும் இணைந்து இருமை உட்கருவாகின்றன. இம்மாற்றங்களுக்குப்பின் புணர்ந்த இரு பரமீசியாவும் பிரிகின்றன.

பரமிசியாவைத் தவிர மற்ற சீலியாவுள்ள புரோடோவாக்களில் முக்கியமானவை : கோல்போடா (*Colpoda*), வொர்டி செல்லா (*Vorticella*) என்பன. இவை, சாக்கடை நீரைத் (sewage) தூய்மையாக்குவதில் முக்கியப் பங்கு வகிப்பன. பாலன்டிடியம் கோலி (*Balantidium coli*) மனிதனின் உணவுப் பாதையைத் தாக்கி நோயுண்டாக்குவதாகும்.

வகுப்பு : மாஸ்டிகோபோரா

இவ்வகுப்பைச் சேர்ந்த புரோட்டோசோவா, பிளாஜெல்லேட்டுகள் அல்லது புற கசை இழை பெற்றவை (flagellates) யெனக் கூறப்படுகின்றன. மேலும், இப்புற கசை இழை பெற்ற புரோடோசோவாவில் சிலபச்சையத்தைப் பெற்று தாவரங்களைப் போன்றிருப்பதனால் அவை, புற கசை இழை பெற்ற தாவரங்கள் (phytoflagellates) எனவும், பச்சையமற்றவை புற கசை இழை பெற்ற விலங்குகள் (zooflagellates) எனவும் பிரித்தறியப்படுகின்றன. யூக்ளினா (*Euglena*) வோல்வாக்ஸ் (*Volvox*) முதலியவை, புற கசை இழை பெற்ற தாவர வகையைச் சேர்ந்தவை. இவைகளைத்

தாவரவியலார் ஆல்காக்களில், யூக்ளினோபைடா (Euglenophyta) எனும் பிரிவில் சேர்த்தெண்ணுகின்றனர். இதன்படியே, இவைகளின் பண்புகள் முன்பே கூறப்பட்டுவிட்டன.

புற கசை இழைபெற்ற விலங்குகளாகக் கருதப்படுகின்ற முதுலுயிர்களில் (புரோட்டோசோவாவில்) ஒவ்வொன்றிலும் ஒன்றோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்டோ புறஇழைகள் உள்ளன. இவை இழை போன்று நீண்ட புரோட்டோபிளாசப் பகுதிகளாகும். இவ்விழைகள் நீர்நிலைகளில் நீந்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன.

இவ்வகையைச் சேர்ந்த முக்கியமான சில புரோட்டோசோவா டிரைகோநிம்ஃபா (Trychonympha) இனத்தைச் சேர்ந்தவை ; செல்லுலோசுப் பொருளைச் (cellulose) செரிக்கும் பண்பைப் பெற்றவை. இவைகள், கரையான்களின் (termites) குடலுறுப்பில் வாழ்வன. கரையான்களுக்குச் செல்லுலோசைச் செரிக்கும் சக்தியில்லாத போதும் அவை செடிகள், மரம் மதலிய செல்லுலோசுப் பொருளையே உண்டு வாழ்கின்றன என்பதை அறிவோம். இக்கரையான்களின் குடலுறுப்புகளில் வாழ்கின்ற டிரைகோநிம்பா புரோட்டோசோவா, கரையான்கள் உண்ணும் மரத்துகள்களைச் சிதைத்து, அவற்றை எளிய சர்க்கரைப் பொருளாக மாற்றிக் கரையான்களுக்கு உதவித் தானும் வாழ்கின்றன. இதை கூட்டு வாழ்க்கைக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

வேறு சில இவ்வகைப் புரோட்டோசோவா, மனிதனுக்குப் பலநோய்களையும் உண்டாக்குகின்றன. இவற்றில் முக்கியமானவை குழந்தைகளுக்கு பேதி (diarrhoea) நோய் உண்டாக்கும் கியா டியா லாம்ப்லியா (*Giardia lamblia*), தூக்கத்தில் நடக்கும் நோய் (sleeping sickness) உண்டாக்கும் டிரிபனசோமா (*Trypanasoma*) இனம் முதலியவற்றைக் கூறலாம்.

வகுப்பு : ஸ்போரோசோவா

இவ்வகுப்பைச் சேர்ந்த புரோட்டோசோவா வித்துக்கள் (Spores) உண்டாக்குவனவாகும். இவை உருவில் மிகச் சிறயனவாயிலிருந்தபோதிலும், பெரும்பாலும் எல்லா இனங்களும் கட்டாய ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன.

ஸ்போரோசோவாவைச் சேர்ந்த ஒரு முக்கியப்பொது இனமாகக் கருதப்படுவது பிளாஸ்மோடியமாகும் (plasmodium). இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த புரோடோசோவா இனங்களான பி.வைவாக்ஸ் (*P. vivax*), பி.மலேரியே (*P. malariae*), மலேரியாக் காய்ச்சலை உண்டுபண்ணுவனவாகும். எல்லா பிளாஸ்மோடியத்தின் வாழ்க்கைச் சூழலிலும் ஓம்புயிர்களாக மனித இனமும், கொசுக்களும் (mosquito) உள்ளன.

கொசுக்கடியினால், அவற்றின் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளிலிருந்து (salivary glands) இப்பிளாஸ்மோடிய ஒண்டுயிர்கள் மனிதனின் இரத்த ஓட்டத்திற்குள் நுழைகின்றன. பின்பு, இவை ஈரலை (liver) அடைந்து அங்கு இனப்பெருக்கம் (இருகூறாக்க முறை) செய்கின்றன. சில நாட்களுக்குப் பிறகு இவை இரத்தத்தின் சிவப்பணுக்களில் நுழைந்து பெருகுகின்றன. தொடர்ந்து இந்நிலையில் இவை பெருகுவதால், அவ்வப்பொழுது பெருமளவில் நச்சுப் பொருள்களை இவை வெளியாக்கி, மலேரியாக் காய்ச்சலை (குளிர் காய்ச்சல்) உண்டாக்குகின்றன. பல நாட்கள் இந்நிலையில் இவை பெருகியபின் ஆண், பெண் உடலங்கள் தோன்றுகின்றன. இவை இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்துள்ளதால், இந்நோயுள்ளவரை கொசு கடித்து இரத்தத்தை உறிஞ்சும் பொழுது இந்நுண்ணிய உடலங்களும் கொசுக்களின் வயிற்றையடைகின்றன. இங்கு பாலினப் பெருக்கமுறை நிகழ்கின்றது. ஆண் உடலம் விந்துச் (sperm) செல்களை உற்பத்தி செய்து, பெண் முட்டைகளைக் கருவுறச் செய்கின்றது. இக்கரு வளர்ந்து பல பிரிவினைகளால் நூற்றுக்கணக்கான ஒண்டுயிர்களை உற்பத்தி செய்கின்றது. இவை மறுபடியும் கொசுக்களின் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் வழியே புதிய மனித ஓம்புயிர்களை அடைந்து, வாழ்க்கைச் சுழற்சியைத் தொடருகின்றன.

புரோடோசோவா மனிதனுக்கும், விலங்குளிலும் பல நோய்களை உண்டாக்கிய போதிலும், தாவரங்களில் எந்த நோயையும் உண்டாக்குவதாக இதுவரை அறியப்படவில்லை.

3

முக்கிய நுண்ணுயிர் வகைகளின் சிறப்பியல்புகள்

(SALIENT FEATURES OF IMPORTANT TYPES OF MICROBES)

அ. பாக்டீரியா (Bacteria)

பாக்டீரியம் (Bacterium) என்பது பாக்டீரியான் (Gr.Bacterium) என்ற கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து பிறந்தது. இதன் பொருள் நுண்ணோக்கியால் காணப்படும் கோளவடிவ உயிரிகள் என்பதாகும். கி.பி.1890-க்குப் பிறகே பாக்டீரியாக்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள் தொடங்கப்பட்டன. இவை நுண்ணிய, ஒற்றைச் செல்லுடைய, உட்கருவன்ன உடலமுடைய (Procaryotic), பச்சையம் இல்லாத உயிரிகள் ஆகும். இவைகள் நன்னீர், உப்புநீர், நிலம், காற்று, தாவரங்கள், விலங்குகள் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றன. இவைகள் சாறுண்ணிகள் அல்லது ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. சாறுண்ணிகளாக வாழ்பவை மனிதனுக்குப் பல நன்மைகள் விளைவிக்கின்றன. ஒட்டுண்ணிகளாக உள்ள பாக்டீரியாக்கள் தாவரங்களுக்கும், மனிதனுக்கும் பல நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. பாக்டீரியாக்களைப் பற்றிப் படிப்பதே பாக்டீரியயியல் (Bacteriology) எனப்படும்.

ஆன்டனி வான் லியூவென் ஹக் என்பவரால் 1675 ஜுன் 10-ம் தேதி முதன் முதலில் பாக்டீரியா கண்டறியப்பட்டது. ஆனால் அவர் இவ்வுயிரிகளை மிகச்சிறிய குறு விலங்குகள் (Tiny animalcules) என வர்ணித்தார். லின்னேயஸ் (1758) இக்குறுவிலங்குகளை ஒன்று சேர்த்து வெர்மிஸ் (vermes) என்ற பேரினத்தை ஏற்படுத்தினார். பின்னர் கிரிஸ்பெர்க் என்ற வல்லுநர் இவைகளுக்கு இன்ஃபுளோரியா (Influoria) எனப் பெயரிட்டார். கி.பி.1829-ல் ஏரன்பெர்க் என்பவரே முதன்முதலில் இக்குறுவினங்களுக்குப் பாக்டீரியம் எனப்பெயரிட்டார். இதன் பின்னர் ஒன்பது வருடங்களுக்குப் பிறகு ஸ்பைரில்லம், ஸ்பைரோகீட்டுகள் முதலிய பாக்டீரியங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. லூயிபாஸ்டர் (1864) மற்றும் கோச் (1876) முதன் முதலில் நோய் நுண்மக் கோட்பாடுகளைத் தோற்றுவித்தனர். இதன் பின்னர் லிஸ்டர், எர்லிச், வெயகர் முதலிய வல்லுநர்கள் பாக்டீரியாக்களை விரிவாக ஆய்வு செய்தனர்.

அ. உருவத் தோற்றம் (Morphology) :

பாக்டீரியாவின் முக்கியமானத் தன்மைகளில் அவற்றின் செல்களின் பருமன், வடிவம், அமைப்பு மற்றும் தொகுப்பு (arrangement) ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கன. இத்தன்மைகள் பாக்டீரியாக்களின் உருவ அமைப்பை (morphology) விளக்கப் பயன்படுகின்றன. பாக்டீரியா கண்ணுக்குத் தெரியாத நுண்ணிய உயிராக இருந்த போதிலும், அதன் வடிவத்தை நுண்பெருக்காடி மூலம் துல்லியமாக அளவிட முடியும்.

அவற்றை தகுந்த சாயமேற்றல் முறையில் (staining) நுண்பெருக்காடி மூலம் காணலாம்.

பாக்டீரியச் செல்களின் பருமன், வடிவம் மற்றும் தொகுப்பு (Size, shpe and arrangement)

பாக்டீரியாவின் பருமன் நுண்பெருக்காடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒரு நுண்ணளவை (micrometer) யின் மூலம் துல்லியமாக அளக்கப்படுகிறது. பாக்டீரியச் செல்கள் 01 முதல் 60 x 6µm அளவுடையவை. ஆனால் பாக்டீரியாக்களின் அளவு (நீள, அகலங்கள்) சிலவகை உருளை வடிவ பாக்டீரியாக்களில் 5 x 0.04 - 0.7µm அளவும், ஸுடோமோனாட்களில் (pseudomonads), 0.4 - 07um அகலமும், 2 -3µm நீளமும் மற்றும் நுண்ணிய கோள வடிவ பாக்டீரியாக்களில் (micrococci) சுமார் 0.5µm அகலமும் இருக்கும். சில பாக்டீரியாக்களின் அளவுகள் பட்டியல் 3.1ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு பாக்டீரியச்செல்லின் எடை சுமார் பத்தாயிரம் கோடியில் ஒரு பங்கு (10^{-12}) கிராம் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பாக்டீரியச் செல்லின் நுண்ணிய அமைப்பு அதற்கு மிக அதிகமான புறபரப்பளவை (surface area) தருகின்றது.

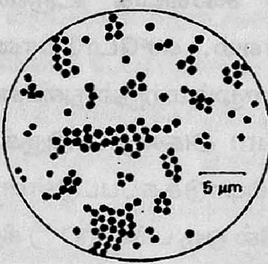
பட்டியல் 3.1. : சிலவகை பாக்டீரியாக்களின் அளவுகள்

வ.எண்.	பாக்டீரியா	அளவு (µm)
1.	க்ளாஸ்டிரிடியம் போட்டுலினம் *(Clostridium botulinum)*	3-8
2.	க்ளாஸ்டிரிடியம் டெட்டானி *(C.tetani)*	2-5
3.	கோரின்பாக்டீரியம் டிப்தீரியே *(Corynebacterium diphtheriae)*	1-8
4.	மைக்கோ பாக்டீரியம் டியூபர்குலோஸிஸ் *(Mycobacterium tuberculosis)*	0.5-4
5.	நீஸ்ஸெரியா மெனின்ஜிட்டிஸ் *(Neisseria meningitidis)*	1
6.	பாஸ்டுரெல்லா பெஸ்டிஸ் *(Pasturella pestis)*	1-2
7.	சால்மோனெல்லா டைபி *(Salmonella typhii)*	0.5 -4
8.	ஸ்டபைலோகாக்கஸ் வகை *(Staphyllococcus sp.)*	0.8
9.	ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் நிமோனியே *(Streptococcus pneumoniae)*	1.25
10.	ட்ரெப்போநீமா பால்லிடம் *(Treponema pallidam)*	6-14

பொதுவாக பாக்டீரியாக்கள் உருண்டை அல்லது நீளுருண்டை வடிவம் (coccus), கம்பி வடிவம் அல்லது உருளை வடிவம் அல்லது குச்சி வடிவம் (bacillus), பின்னல் வடிவம் (spirillum) என்ற மூன்று வடிவங்களில் காணப்படும். சில சமயங்களில் பியர்பழ வடிவம் (pear shaped Pasteruria), இதழுள்ள கோள வடிவம்

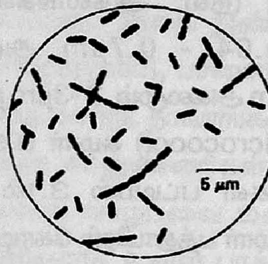
(lobed spheres; Seliberia), சதுர முனையுள்ளக் குச்சி வடிவம் rods with squred ends; *Bacillus anthracis*) மற்றும் மாறுபடும் வடிவம் (pleomorphic) போன்ற வடிவங்களிலும் காணப்படும் (படம் 3.1).

உருண்டை அல்லது நீளுருண்டை வடிவமுள்ள பாக்டீரியச் செல்களின் (Cocci) கூட்ட அமைப்பு, குச்சிவடிவ (Bacillus) வடிவ பாக்டீரியச் செல்களை விடச் சிக்கலானவை. பாக்டீரியாக்களின் செல் அமைப்பு செல்பிரிதலின் பிறகு ஒட்டிக் கொண்டிருப்பதிலிருந்து அறியப்படுகிறது. பலவகை பாக்டீரியாக்கள் படம் 3.2ல்



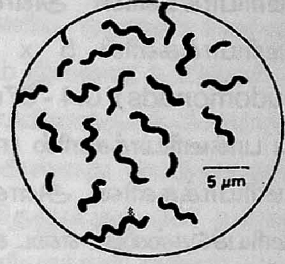
A *Staphylococcus*

அ. காக்கஸ்



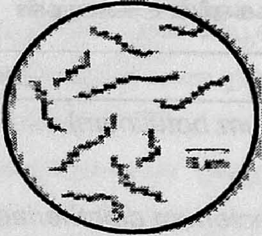
B *Lactobacillus*

ஆ. பாசில்லஸ் (லாக்டோபாசில்லஸ்)



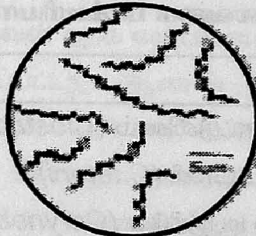
C *Aquospirillum*

இ. ஸ்பைரில்லம் (அக்வாஸ்பைரில்லம்)



Treponema Pallidum

ஈ). ஸ்பைரோக்கீட்டுகள்
ஈ) ட்ரெப்போனிமா பாலிடம்



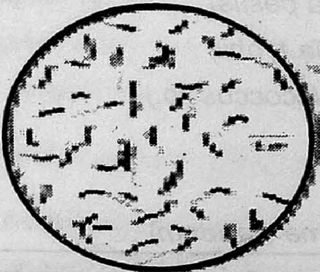
Barellia Anserina

உ). பாரெல்லியா ஆன்செரினா

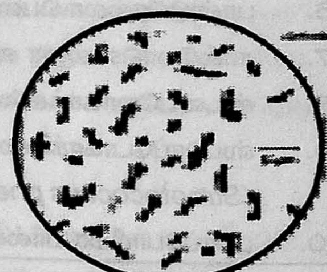


Spirillum volutans

ஊ) ஸ்பைரில்லம் ஸ்பைரில்லம் வாலூடன்ஸ்



எ). விப்ரியோ (Vibrio)



ஏ). பல்வகை உருவங்கள் (Pleomorphic) ஆர்த்ரோபாக்டர்

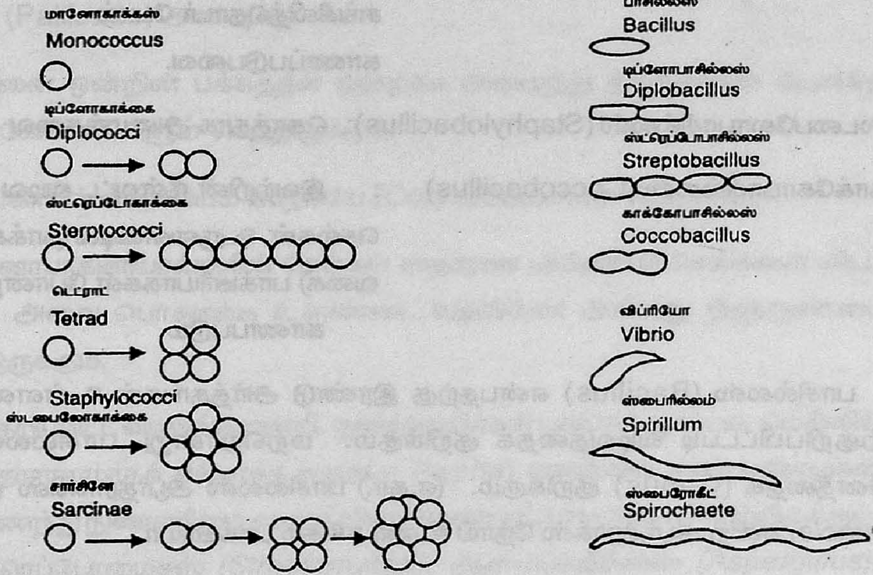
படம் 3.1. பாக்டீரியாக்களின் பல வடிவங்கள்

காட்டப்பட்டுள்ளது.

I. உருளை வடிவ (cocci) பாக்டீரியாக்களின் வடிவங்கள்

1. மைக்ரோகாக்கஸ் *(Micrococcus)* : தனி நுண்ணுருண்டை வடிவமுடையவை

2. டிப்ளோகாக்கஸ் (Diplococcus): இரட்டையாகத் தொகுக்கப்பட்ட செல்களுடையவை.



படம் 3.2. பாக்டீரியச்செல்களின் பல வடிவங்கள்

3. ஸ்டிரெப்டோ காக்கஸ் (Streptococcus) :

மணிச்சரம் போல் அல்லது சங்கிலித் தொடர்போல் தொகுக்கப்பட்டது.

4. டெட்ராட்கள் (அ) டெட்ராகாக்கஸ் (Tetracoccus) :

நான்கு செல்கள் சதுரவடிவில் அமையப் பெற்றவை.

5. ஸ்டபைலோ காக்கஸ் (Staphylococcus) :

ஒழுங்கற்ற முறையில் கொத்தாகக் காணப்படுபவை.

6. சார்சினே (Sarcinae) :

மூன்றுத் தளங்களில் (planes) செல்பிரித்து எட்டு அல்லது அதிகமான செல்கள் கற்றையாகக் காணப்படுபவை.

II. குச்சிவடிவ (Bacillus) வகை பாக்டீரியாக்களின் வடிவங்கள் :

1. மானோ பாசில்லஸ் (Monobacillus) : தனியாக ஒரு செல்லுடன்க் காணப்படுபவை

2. டிப்ளோபாசில்லஸ் (Diplobacillus) : செல்பிரிதலின் பின் அவை ஒட்டிக்கொண்டு இரட்டையாகக் காணப்படுபவை

3. ஸ்டிரெப்டோபாசில்லஸ் (Streptobacillus): செல் பிரிதலின் பின் வரிசையாக மணிச்சரம் அல்லது சங்கிலித்தொடர் போல் காணப்படுபவை.

4. ஸ்டபைலோபாசில்லஸ் (Staphylobacillus): கொத்தாக அமைந்தவை

5. காக்கோபாசில்லஸ் (Coccobacillus) : இவற்றின் நீள்வட்ட வடிவ செல்கள், உருளைவடிவ (காக்கஸ் வகை) பாக்டீரியாக்கள் போன்று காணப்படும்.

பாசில்லஸ் (Bacillus) என்பதற்கு இரண்டு அர்த்தங்கள் உள்ளன. ஒன்று மேற்குறிப்பிட்டபடி வடிவத்தைக் குறிக்கும். மற்றொன்று, பாசில்லஸ் என்ற பேரினத்தைக் (Genus) குறிக்கும். (எ.கா.) பாசில்லஸ் ஆர்த்ராஸிஸ் (*Bacillus anthracis*) என்ற ஆந்த்ராக்ஸ் நோய் உண்டாக்கும் பாக்டீரியா.

III. **பின்னல் வடிவ (அ) சுருள் வடிவ பாக்டீரியாக்களின்** (spirilli) **வடிவங்கள் :**

1. விப்ரியாய்டு (Vibrioid) வகை :

ஒரு பின்னலுக்கும் குறைவாகப் பெற்ற பாக்டீரியச் செல்கள்
(எ.கா.) விப்ரியோ காலரே *(Vibrio cholerae)*

2. சுருள் வடிவமுடையவை (Helical) :

ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட பின்னல்கள் (Twists) பெற்று திருகு சுழல் (helical) வடிவமுடன் நீளிழைகள் (flagella) பெற்றுக் காணப்படுபவை.

(எ.கா) : ஸ்பைரில்லம் *(Spirillum)*, ஸ்பைரோகீட்டா *(Spirochaeta)*, லெப்டோஸ்பைரா *(Leptospira)*, கிரிஸ்டிஸ்பைரா *(Cristispira)*, டிரிபோனிமா *(Treponema)*.

IV. **மற்ற வடிவங்கள் :**

1. வேறுபட்ட வடிவங்கள் (அ) ப்ளியோமார்பிக் (Pleomorphic) பல்வேறு வடிவங்கள் பெற்றவை

(எ.கா.) ரைசோபியம் *(Rhizobium)*, மைக்கோப்ளாஸ்மா *(Mycoplasma)*

2. டிரைகோம்கள் (Trichomes) அல்லது புதலி வடிவங்கள்

செல் ஒரு தளத்தில் பிரிந்து அருகருகே உள்ள செல்களிடையே அதிகப்பரப்பில் தொடர்புடையனவாக இருக்கும்.

(எ.கா) பாக்கியாயோட் (Baggiatoa), சாப்ரோஸ்பைரா *(Saprospira).*

3. பாலிசேட் (Pallisade) அமைப்பு :

செல்களை ஒன்றின் பக்கத்தில் ஒன்றாக அமைந்து தீக்குச்சிகள் போன்ற அமைப்பும், கோணங்களும் பெற்றிருக்கும்.

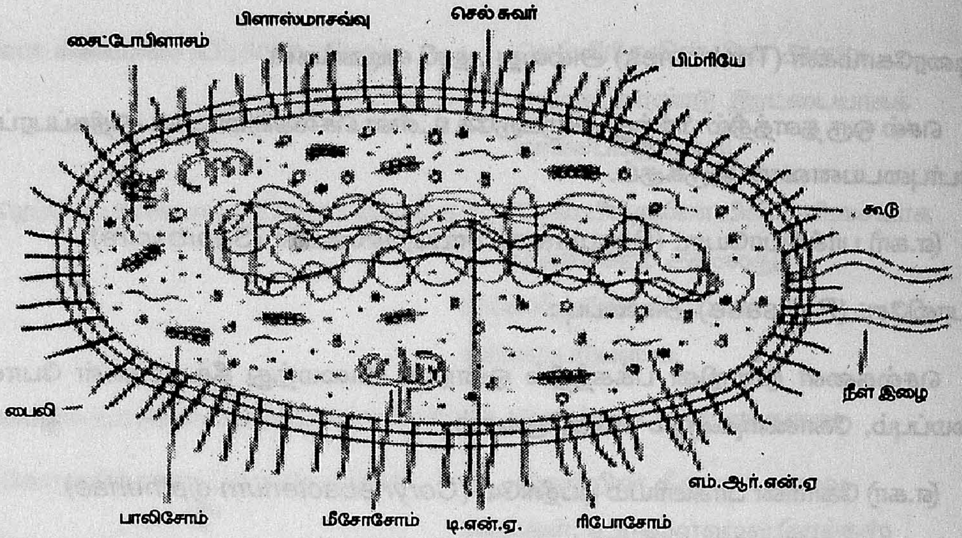
(எ.கா) கோரின் பாக்டீரியம் டிப்தீரியே *(Corynebacterium diptheriae).*

சையனோபாக்டீரியாக்களின் செல்கள் சாதாரண பாக்டீரியச் செல்களை விடப் பெரியவை. அவை பொதுவாக உருண்டை வடிவிலோ அல்லது நீளுருண்டை வடிவிலோ இருக்கும்.

மேற்குறிப்பிட்ட வடிவங்களன்றி, நுண்ணுயிர்கள் பலசெல்லுடைய, மெல்லிய சுவருடைய, தாராளமாகக் கிளைத்த ஹைபா *(hypha)* எனப்படும் நுண்ணிழைகள் பின்னிப்பிணைந்து நுண்ணிழை வலைப்பின்னல்களைப் (mycelium) பெற்றிருக்கும். (எ.கா.) : ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் *(Streptomyces)*, ஆஸ்ப்பர்ஜில்லஸ் *(Aspergillus)*, பென்சிலியம் *(Pencilium).*

பாக்டீரியச் செல்களின் அமைப்பு :

பாக்டீரியச் செல்லின் நுண்அமைப்பு படம் 3.3ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் சில உறுப்புகள் ஒருசில பாக்டீரிய இனங்களில் மட்டும் காணப்படுகின்றன. ஆனால், செல்சுவர், செல்உட்சோறு (cytoplasm) போன்றவை எல்லாச் செல்களுக்கும் பொதுவானவை. பாக்டீரியாச்செல் ஒருசெல் உறையைப் பெற்றுள்ளது. இவ்வுறையில் காப்புஉறை (அ) பொதி உறை (அ) கூடு (capsule), செல்சுவர், ப்ளாஸ்மா சவ்வு என்ற மூன்று பகுதிகள் அடங்கியது. சில பாக்டீரியச் செல்களைச் சுற்றி சிறிது கடினமாக பசை போன்ற ஒரு பொருள் உறை போன்று அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். இவற்றிற்கு பசைஅடுக்கு (slime layer) என்ற பெயர். காப்பு உறை எல்லா பாக்டீரிய இனங்களிலும் காணப்படுவதில்லை. காப்பு உறைக்கும் செல்லின் மற்ற பகுதிக்கும் உள்ள தொடர்பு எத்தகையது என்பது தெளிவாக அறியப்படவில்லை. செல்லிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் சில சூழ்மைத்தன்மையுள்ள (viscous) பொருட்கள் செல்லின் மேல்பரப்பில் படிந்து இந்த உறையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இக்காப்பு உறைகள் பல்சர்க்கரைப் பொருட்களும் (polysaccharrides) வேறுபலவிதப் பொருட்களும் சேர்த்து அமைக்கப்படுகின்றன.



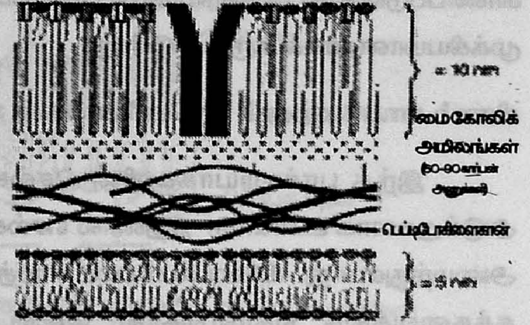
படம் 3.3. பாக்டீரியச்செல்லின் நுண்ணமைப்பு

டெக்ஸ்ட்ரான் (dextran), லிவான் (levan), செல்லுலோஸ் (cellulose) போன்ற பல்சர்க்கரைப் பொருட்கள் காப்புறைகளில் காணப்படுகின்றன. சில பாக்டீரியாக்களின் கூட்டில் பாலிபெப்டைடுகள் உள்ளன. கூடுடைய பாக்டீரியாக்கள் மென்மையான காலனிகளையும், கூடு இல்லாதவை சொரசொரப்பான காலனிகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. காப்பு உறைகள் பாக்டீரியாவிற்கும், மனிதனுக்கும் சிலகாரணங்களால், முக்கியமானதாகக் கருதப்படுகின்றன. பாக்டீரியாவிற்கு அவை காக்கும் உறைகளாகப் பயன்படுவதோடு அல்லாமல், உணவுப் பொருட்களைச் சேமித்து வைக்குமிடமாகவோ அல்லது கழிவுப் பொருட்களை நீக்குமிடமாகவோ பயன்படுகின்றன. மேலும் இக்காப்பு உறைகள் நோய்க்கிருமிகளின் (பாக்டீரியாக்களின்) தாக்கும் சக்தியை அதிகரிக்கவோ அல்லது குறைக்கவோ செய்கின்றன. காப்பு உறைகள் நீக்கப்பட்ட சில நோய்க்கிருமிகள் தாக்கும் சக்தியை இழந்து விடுவதும் உண்டு. (எ.கா) நீமோகாக்கஸ் (Pneumococcus) என்ற பாக்டீரிய நோய்க்கிருமி.

செல்சுவர் (படம் 3.4)

இது செல்லிற்கு உருவத்தையும், கடினத்தன்மையையும் தருகிறது. இது காப்பு உறைகள் (பொதி உறைகள்) பசை அடுக்கு போன்ற செல்லின் புறஅடுக்குகளுக்கு அடியில் செல்லின் உட்சோற்றைச் சூழ்ந்துள்ள மென்மையான ப்ளாஸ்மா சவ்வுப்பகுதியின் மேலுள்ள ஒருகடினப்பகுதியேயாகும். செல்சுவரின் பரிணாமம் 10லிருந்து 25 மில்லிமைக்ரான்கள் வரை இருக்கும். செல்லின் உலர் எடையில் செல்சுவர் பெரும்பகுதியாக, சுமார் 10லிருந்து 40 சதவிகிதமாக

விளங்குகின்றது. செல்சுவர்கள் நீக்கப்பட்ட செல்களில் வளர்ச்சியும், பிரிவுப் பெருக்கமும் பெரும்பாலும் தடைப்பட்டு விடுகின்றன. பாக்டீரியச் செல்சுவர் நீள்தன்மையுடையது, துளையுடையது. 10,000க்கும் குறைவான மூலக்கூறு எடை உள்ள பொருட்களைத் தன்வழிச்செல்ல அனுமதிக்கும். பெப்டிடோகிளைகான் என்ற உறுதியான இழைகளாலானது. எல்லா பாக்டீரியங்களும் செல்சுவரைக் கொண்டிருக்கும். ஆனால் மைக்கோப்ளாஸ்மாவிற்கு செல்சுவர் இல்லை. கிராம் சாயம் ஏற்காப் பாக்டீரியங்களில் செல்சவ்விற்கும் செல்சுவருக்கும் இடையே காணப்படும் இடைவெளிக்கு பெரிப்ளாச இடைவெளி எனப்பெயர். இதன் குறுக்களவு 100A^{0} ஆகும். இதில் புரதங்களும், நொதிகளும் உள்ளன. செல்சுவரில் பாக்டீரியாவின் எதிர்ப் பொருள்கள் உள்ளன.



படம் 3.4. பாக்டீரியாவின் செல்சுவர் அமைப்பு

சில குறிப்பிட்ட வேதியியல் முறைகளில் பாக்டீரியச் செல்சுவர்களைப் பிரித்தெடுத்து ஆராய்ந்ததில், சில தனித்தன்மை வாய்ந்தப் பொருள்களான டையமினோ பிமெலிக் அமிலம் (diamino pimelic acid), முராமிக் அமிலம் (Muramic acid), டெய்கோயிக் அமிலம் (teichoic acid) போன்றவை உள்ளன எனக் கண்டறியப்பட்டது. இவை பாக்டீரியாக்களிலும் அவை போன்ற நுண்ணுயிர்களிலும் காணப்படும் தனிப்பட்டப் பொருள்களாகும். மிகுதியாகக் காணப்படும் மற்ற பொருட்கள் அமினோஅமிலங்கள், அமினோசர்க்கரைகள், சர்க்கரைகள், கொழுப்புப் பொருட்கள் போன்றவையாகும். இவற்றின் சேர்க்கையினால் செல்சுவர் அமைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக செல்சுவரைக் கட்டுவதற்கு டி-அலனின் (D-Alanine), டி-குளுடாமிக் அமிலம் (D-Glutamic acid), முராமிக் அமிலம், குளுகோஸமின், டையமினோ பிமெலிக் அமிலம் முதலியன பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கிராமின் சாயமேற்கு முறையின் அடிப்படையில் பாக்டீரியா வகைகள் :

கிராம் (Gram) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட செல்லியல் சோதனை முறையான கிராம் சாயமேற்றுமுறை (Gram staining) பாக்டீரியவியலில் மிகமுக்கியமான ஒன்றாகும். இம்முறையில் பாக்டீரியச் செல்லை கிரிஸ்டல் வயலட் (Crystal violet), அயோடின் ஆகிய சாயங்களில் தோய்த்துப் பின் ஆல்கஹாலில் (ethanol) கழுவினால் சில பாக்டீரியாக்கள் கிரிஸ்டல் வயலட் நிறத்தைத் தம் உடலத்தில் நிறுத்திக் கொள்ளும். இவை கிராம்சாயம் எற்கும். (அ) கிராம் - ஒப்பும்

(Gram positive) பாக்டீரியா எனப்படும். மற்ற சில பாக்டீரியாக்களில் இச்சாயம் நிறுத்தப்படாமல் கழுவப்பட்டுவிடும். இசை கிராம்சாயம் ஏற்கா (அ) கிராம் - ஒப்பா (Gram negative) பாக்டீரியா எனப்படும். இவ்விருவகை பாக்டீரியாக்களில் செல்சுவர்களின் இரசாயனக் கூட்டமைப்பில் உள்ள வேறுபாடுகளால் இத்தகைய சாயமேற்கும் பண்பு வேறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. மேலும், இத்தகைய சாயமேற்கும் பண்பிற்கும், பாக்டீரியாவின் வேறு சில பண்புகளுக்கும் நெருங்கியத் தொடர்பு காணப்படுவதால் பாக்டீரியாவை வகைப்படுத்துவதில் இச்சாயமேற்குமுறை மிகமிக முக்கியமானதாகக் கருதப்படுகிறது.

கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்கள் :

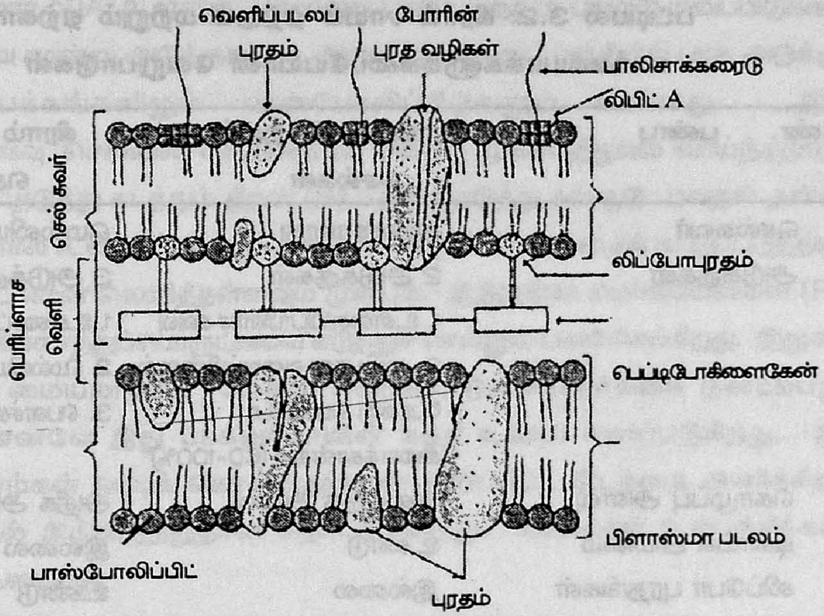
இந்த பாக்டீரியாக்களின் செல்சுவரில் பெப்டிடோகிளைக்கான்கள் பல அடுக்குகளாக உள்ளன. இதனால் செல்சுவர் தடிப்பானதாகவும், வலுவானதாகவும் அமைந்துள்ளது. கிரிஸ்டல் வயலட் சாயத்தை இந்த பெப்டிடோகிளைக்கான் அடுக்கு தக்கவைத்துக் கொள்வதால் இவை கிராம் சாயம் பாக்டீரியாக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் சவ்வூடுபரவலினால் ஏற்படும் சிதைவிலிருந்தும் இவ்வடுக்கு செல்லைப் பாதுகாக்கிறது. இதன் செல்சுவற்றில் உள்ள டீகோய்க் அமிலம் செல்லின் புரப்பரப்பிற்கு எதிர் உயிர் தெரிந்தெடுப்புத் தன்மையைக் கொடுக்கிறது. இத்தன்மை செல் உள்செல்லும் பொருட்களைத் தீர்மானிக்கிறது. இருப்பினும் பென்சிலின், செபலோஸ்போரின் போன்ற உயிர் எதிர்ப்பொருட்கள் இத்தகைய செல்சுவரைத் துளைத்து உட்செல்கின்றன. இவை பெப்டிடோகிளைக்கான்கள் உற்பத்தியாவதைத் தடுப்பதின் மூலம் இத்தன்மையைப் பெறுகின்றன.

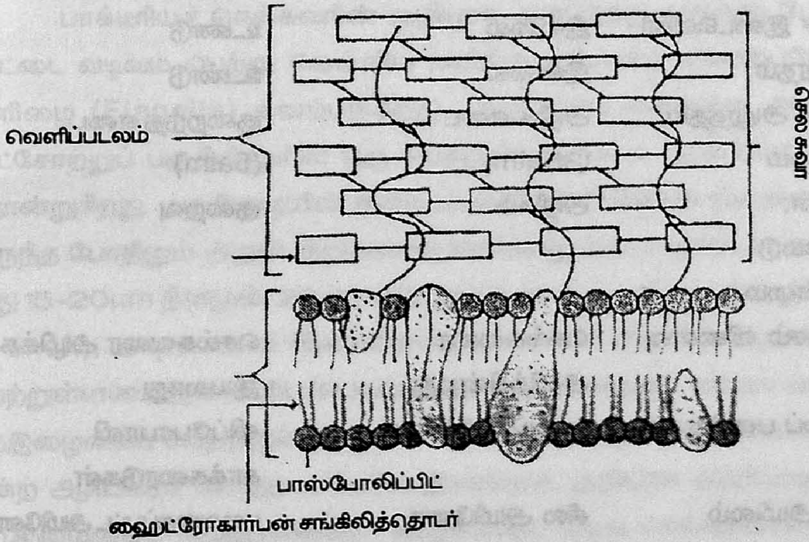
கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியாக்கள் :

இவற்றின் செல்சுவர் மெல்லியவை, வலுவற்று காணப்படுகின்றன. இவற்றின் பெப்டிடோகிளைக்கன் மிக மெல்லியதாகவும் (2nm), செல்லின் உலர் எடையல் 1-2 சதவிகிதம் வரை மட்டுமே பெற்றும் உள்ளது. (கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்களில் இது 20% ஆக உள்ளது). இவ்வடுக்கின் புறப்பரப்பில், லிப்போபுரோட்டீன்கள் (lipoproteins), பாஸ்போலிப்பிடுகள் (phospholipids) லிப்போபாலிசாக்கரைடுகள் (lipopolysaccaridaes) போன்ற பல்வேறு அடுக்குகளை உள்ளடக்கிய வெளிச்சவ்வு உள்ளது. கிராம் சாயத்தை (கிரிஸ்டல்வயலட்) இதன் சுவர் தக்கவைத்துக் கொள்வதில்லை. அதனால் கிராம் சாயமேற்றுதல் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் ஆல்கஹால் இச்சாயத்தைக் கரைத்து வெளிக் கொணர்ந்துவிடுகிறது. சாப்ரனின் (saffranine) சாயம் ஏற்கப்படுகிறது. லிப்போபாலிசாக்கரைடுகள் அடுக்கு பென்சிலின், லைசோசோம் போன்றவற்றைத்

தடுத்து பெப்டிடோகிளைக்கான் அடுக்கை பாதுகாப்பதால் உயிர் எதிர்ப்பொருட்கள் ஊடுருவல் தடுக்கப்படுகிறது.

நம் உடலில் கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியங்கள் சிதையும் போது லிபிடு 'A' வெளிப்பட்டு நச்சுத்தன்மையை ஏற்படுத்துகிறது. இது கிராம் சாயமேற்கா





படம் 3.5. பாக்டீரியாக்களின் செல்சுவர் அமைப்பு (அ) கிராம்சாய மேற்கா (ஆ) கிராம் சாய மேற்கும்

பாக்டீரியங்களின் உள்நச்சு (endotoxin) எனப்படும். இதன் காரணமாக காய்ச்சல், வயிற்றுப்போக்கு மற்றும் இறப்பை உண்டாக்கக் கூடிய அதிர்ச்சி போன்றவை ஏற்படக்கூடும். கிராம் சாயமேற்கும் மற்றும் சாயமேற்கா பாக்டீரியங்களின் செல்சுவர் அமைப்பு வேறுபாடுகள் படம் 3.5ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கிராம் சாயம் ஏற்கும் மற்றும் ஏற்கா பாக்டீரியாக்களுக்கிடையேயான வேறுபாடுகள் பின்வருமாறு (பட்டியல் 3.2).

பட்டியல் 3.2: கிராம் சாயம் ஏற்கும் மற்றும் ஏற்கா பாக்டீரியாக்களுக்கிடையேயான வேறுபாடுகள்

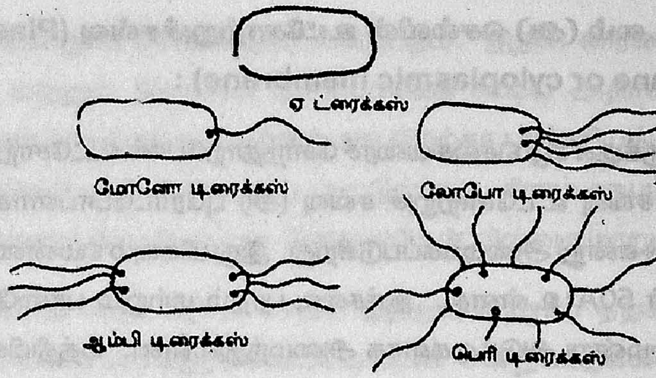
வ.எண்.	பண்பு	கிராம் சாயமேற்கும் செல்கள்	கிராம் சாயமேற்கா செல்கள்
1.	செல்சுவர்	தடிமனானது	மெல்லியது
2.	அடுக்குகள்	2 அடுக்குகள் 1. உள்சைட்டோபிளாச சவ்வு 2. தடிப்பான வலைப்பின்னல் போன்ற பெப்டிடோ கிளைக்கான்கள் (60-100%)	3 அடுக்குகள் 1. உள்சைட்டோபிளாச சவ்வு 2. மெல்லிய அடுக்கு (5-10%) 3. பௌச்சவ்வு
3.	கொழுப்பு அளவு	குறைந்த அளவு	அதிக அளவு
4.	டிகாய்க் அமிலம்	உண்டு	இல்லை
5.	லிப்போ புரதங்கள்	இல்லை	உண்டு
6.	லிப்போ பாலிசாக்கரைடு	இல்லை	உண்டு
7.	உள்நச்சு	இல்லை	உண்டு
8.	பெரிபிளாச இடைவெளி	இல்லை	உண்டு
9.	போரின் புரதம்	இல்லை	உண்டு
10.	ஆஸ்மாடிக் அழுத்தம், தடை தன்மை	அதிக எடை (25atm)	குறைந்த எடை (5atm)
11.	பென்சிலின், சல்பனாமைடு தாங்கு தன்மை	அதிகம்	குறைவு
12.	லைசோசைம் விளைவு	செல்சுவரை அழிக்கின்றது	செல்சுவரை அழிக்க இயலாது
13.	காப்பு மூலப் பணியைச் செய்தல்	டிகாய்க் அமிலம்	லிப்போபாலி சாக்கரைடுகள்
14.	அமினோஅமிலம்	சில அமினோ அமிலங்கள் மட்டும்	பலவகைப்பட்ட அமினோ அமிலங்கள்

பிளாஸ்மாப் படலம் (அ) செல்லின் உட்சோற்றுச்சவ்வு (Plasma membrane or cell membrane or cyloplasmic membrane) :

செல்சுவருக்குக் கீழ் செல்சுவரைச் சேர்ந்தாற்போல் உட்சோற்றைச் சூழ்ந்துள்ள மென்மையான சவ்வு உட்சோற்றுச் சவ்வு (அ) புரோட்டோப்ளாசச்சவ்வு அல்லது பிளாஸ்மாச் சவ்வு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது மிகவும் மென்மையானது. இதன் பரிமாணம் சுமார் 50A^0 உள்ளது. இச்சவ்வு புரதம் மற்றும் பாஸ்போலிப்பிடுகளால் ஆனது. இவை மூன்று அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன. மத்தியில் புரத அடுக்கும், அதன் இருபக்கங்களிலும் பாஸ்போலிப்பிடுகளும் உள்ளது. இந்த உட்சோற்றுச்சவ்வு, செல்லின் செயல்களில் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். இதற்கு தேர்ந்தெடுத்து கடத்தும் திறன் (அ) தேர்ந்தெடுத்து சவ்வூடு பரவுதல் தன்மை உண்டு. இதனால் உணவுப் பொருட்கள் செல்லினுள் செல்வதைக் கட்டுப்படுத்தவும், கழிவுப் பொருட்களை வெளித்தள்ளவும் முடியும். இதிலுள்ள பெர்மியேஸ்கள் (Permeases) முக்கியச் சத்துப்பொருட்களை எடுத்துச் செல்லும் பணி செய்கிறது. இது சக்தி உற்பத்தியின் மையமாகும். மேலும் சுவாசம், ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடமாகும். எனவே இது பாக்டீரியாவின் சக்தி உலை எனப்படுகிறது. இது குரோமோசோம்கள் ஒட்டிக் கொள்வதற்கான குறிப்பிட்ட இடத்தை அளிக்கிறது. இரட்டிப்பாகுதல் இங்கிருந்துதான் தொடங்குகிறது. செல்சுவர் உற்பத்திக்கான நொதிகளை உடையது.

புறஇழை (அ) நீளிழை (Flagella) :

பாக்டீரியச் செல்சுவரின் வழியாக முளைத்து வருவது போல் தோன்றும், சாட்டை வடிவம் பெற்ற, மெல்லிய மயிரிழை போன்ற அமைப்பே புறஇழை (அ) நீளிழை (Flagella) எனப்படுகிறது. இது செல் சுவருக்கு அடியில் செல்லின் உட்சோற்றுப் பகுதியிலுள்ள ஒரு பொருண்மையான (granular) பகுதியிலிருந்து தோன்றுகிறது. புறஇழையின் நீளம் பாக்டீரியச் செல்லின் நீளத்தைவிட பலமடங்கு இருந்த போதிலும் அதன் குறுக்களவு செல்லினுடையதைவிடப் பலமடங்கு சிறியது. இது 15-20μm நீளமும், 20μm விட்டமும் உடையது. இவை இழைப்பகுதி (Filament or shaft), அடி உடலம் (Basal body), கொக்கி (Hook), போன்ற பகுதிகளைப் பெற்றுள்ளன. இவை இடப்பெயர்ச்சிக்கு உதவுகின்றன. எல்லா பாக்டீரியாக்களும் புறஇழையைப் பெற்றிருப்பதில்லை. பொதுவாக, யூபாக்டீரியேல்ஸ் (Eubacterials) என்ற ஆர்டரைச் சேர்ந்த பாக்டீரிய இனங்கள், குறியாக கம்பி வடிவம் பெற்றவை, புறஇழையைப் பெற்றுள்ளன. உருண்டை வடிவ பாக்டீரியாக்களில் புறஇழை பெரும்பாலும் காணப்படுவதில்லை. புறஇழைகளின் (நீளிழைகளின்) எண்ணிக்கை, அமைவிடம் அடிப்படையில் பாக்டீரியங்களைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம் (படம். 3.6).



படம் 3.6. பாக்டீரியத்தின் நீள் இழை வகைகள்

1. ஏடிரைக்கஸ் (Atrichous) : நீளிழை இல்லாதவை

2. மோனோடிரைக்கஸ் (Monotrichous) : பாக்டீரியத்தின் ஏதாவது முனையில் ஒரு நீளிழை உள்ளது.

3. லோபோடிரைக்கஸ் (Lophotrichous) : பலநீளிழைகள் ஒருமுனை (அ) இருமுனைகளிலும் உள்ள நிலை.

4. ஆம்பிடிரைக்கஸ் (Amphitrichous) : ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு நீளிழை காணப்படுதல்

5. பெரிடிரைக்கஸ் (Peritrichous) : சுற்றிலும் இழைகள் உள்ள நிலை.

குறிப்பிட்ட பாக்டீரியச் செல்லின் புறஇழைகளின் எண்ணிக்கையும், அவை அமைந்துள்ள முறையும், அவ்வினத்தின் அல்லது இனத்தொகுப்பின் பொதுப்பண்பாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. இத்தகையப் பொதுப்பண்புகள் எடுத்துக்காட்டாக சூடோமேனாடேல்ஸ் (Pseudomonadales) என்ற வரிசை (order) யைச் சேர்ந்த பாக்டீரியா முனைப்பக்க புறஇழையும் (polar flagella), புறச்சுற்றுபுற இழையையும் (peritrichous flagella) பெற்றுள்ளதிலிருந்து அறியலாம்.

இப்புறஇழைகள் (நீளிழைகள்) பிளாஜெல்லின் (Flagellin) என்ற புரதப் பொருளாலானவை. பாக்டீரியச் செல்களின் இழைகள் (அ) நீளிழைகள் உள்ள பாக்டீரியாக்கள் இயக்கமுள்ளவையாகவும் (motile), இவை இல்லாதவை இயக்கமில்லாப் (non-motile) பாக்டீரியாவாகவும் பொதுவாகக் கருதப்படுகின்றன.

பிம்ப்ரியே (அ) பைலி (Fimbriae and Pili) :

நீளிழைகள் அல்லாமல் பாக்டீரியாக்களின் புறப்பரப்பில் உரோமம் போன்ற (இழைகள் போன்ற) அமைப்புகள் அனேகப் பாக்டீரியாக்களில் காணப்படுகின்றன.

நீளிழைகளை விடக் குட்டையாகவும், சிறிதாகவும், எண்ணிக்கையில் மிக அதிகமாகவும் உள்ள இவ்வுறுப்புக்கள் பிம்ப்ரியே அல்லது பைலி எனப்படும். இவை நேர்க்கோடு போலவும் நீளிழையைவிடக் குட்டையாகவும் உள்ளன. குறைவான விட்டம் உடையன (ஏறக்குறைய 10µm). இவை பற்றிக் கொள்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் சில நீளமான பைலிகள் பால்பைலிகள் எனப்படும். இவற்றை எலக்ட்ரான் நுண்பெருக்காடி மூலம் தான் காணமுடியும். இயங்கும் தன்மையுள்ள பாக்டீரியாவில் காணப்படுகின்றன. பாக்டீரியாவின் இயக்கத்திற்கும், பிம்ப்ரியேவுக்கும் தொடர்பில்லை. ஆனால் பிம்ப்ரியேக்கள் ஒட்டுதலில் (attachment) பயன்படுவதாகக் கருதப்படுகிறது. தாவரம் அல்லது மிருகங்களின் செல்களிலும், கண்ணாடி, செல்லுலோஸ் போன்றவற்றின் மேல்பரப்பிலும் ஒட்டிக் கொள்ள இவை பயன்படுகின்றன. இத்தகைய தன்மையால் இவை மற்ற திசுக்களின் மேல் ஒட்டிக் கொண்டு, தேவையான உணவுப் பொருட்களைப் பெறுகின்றன.

பாக்டீரியச் செல்லின் உட்சோறு (Cytoplasm):

செல்சவ்வினுள் கூழ்மநிலையில் உட்சோறு (Cytoplasm) உள்ளது. செல்லின் உட்சோற்றுச் சவ்விற்குள் அடைபட்டுள்ள உட்சோற்றுப்பகுதியை மூன்றுவிதப் பொருட்களாகப் பிரிக்கலாம்.

1) ரிபோநியூக்ளிக் அமிலம் (ஆர்.என்.ஏ.) நிறைந்துள்ளப் பொருண்மைப் (granular) பகுதி.

2) நியூகளியாய்டு (அ) நியூக்ளியகப் பகுதி (அ) நிறத்திரிபகப் பகுதி (chromatic area) - இப்பகுதி டீயாக்சிரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம் (டி.என்.ஏ.) நிறைந்தது.

3) உணவுப்பொருட்கள் கரைந்துள்ளக் கரைசல் திரவப் பகுதி

ரிபோசோம்கள் (Ribosomes) :

ஆர்.என்.ஏ. (R.N.A.) பகுதி புரதத்துடன் சேர்ந்து திரளான சுமார் 200^0A பரிமாணமுள்ள பெரிய மூலக்கூறுகளாக உட்சோற்றில் இறுக்கமாக அடைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த ஆர்.என்.ஏ. புரதத்திரள்கள் ரிபோசோம்கள் (Ribosomes) எனப்படும். பாக்டீரியங்களில் உள்ள ரிபோசோம்கள் 70S அலகுடையவை. இவை 50S கொண்ட பெரிய துணை அலகினையும், 30Sகொண்ட சிறிய துணை அலகினையும் உடையவை. இவை வரிசையாக எம்.ஆர்.என்.ஏ. (mRNA) வுடன் இணைந்து பாலிரிபோசோம்கள் (Polyribosomes) ஆக மாறுகின்றன. ரிபோசோம்களிள் நிறைய நொதிகள் (Enzymes) உள்ளன. இவை செல்லிற்குத் தேவையான புரதப் பொருட்களைத் தயாரிக்க உதவுகின்றன.

மீஸோசோம்கள் (Mesosomes) :

செல்சவ்வு உள்நோக்கி மடிந்து பை வளைவு அல்லது பல அடுக்காக அமைந்து மீசோசோம்கள் உண்டாகின்றன. இவை கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்களில் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் 1) தடுப்புச்சுவருடைய மீசோசோம்கள் (Septal mesosomes) 2) பக்க மீசோசோம்கள் (lateral mesosomes) என இருவகை உண்டு. இவை, சுவாசித்தல், ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெற உதவுதல், இருபிளவாதலின் போது இடைச்சுவர் உருவாக்கத்தில் ஈடுபடுதல், டி.என்.ஏ. இரட்டிப்பாதலில் பங்கேற்றல், சேய் செல்களுக்கு டி.என்.ஏ. பங்கிடுதலில் உதவுதல், செல்வெளி நொதிகளைக் கடத்துதல், பிளாஸ்மா சவ்வு மற்றும் உட்கரு பொருள்களுக்கிடையே இணைப்பை ஏற்படுத்துதல் ஆகியப் பணிகளைச் செய்கின்றன.

நியூக்ளியாய்டு அல்லது குரோமேட்டினகம் (Nucleus or Chromatin body)

உயர்ந்த தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும் உள்ள செல்களின் உட்கரு (நியுக்ளியஸ்) போன்ற முதிர்ந்த உட்கருக்கள் (நியுக்ளியஸ்கள்) பாக்டீரியச் செல்களில் கிடையாது. இருந்தபோதிலும், உட்கரு போன்ற அகங்கள் (bodies) செல்லின் உட்சோற்றுப் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இவை DNA நிறைந்து காணப்படுகின்றன. இவைகள் மற்ற தாவர, விலங்குச் செல்களிலுள்ள நன்கு வளர்ந்த உட்கருவைப் போலில்லாமல் வளர்ச்சியுறாத நிலையில் அவற்றின் பண்புகளைப் பெற்றிருப்பதனால் இவை பொதுவாக குரோமேட்டின் அகங்கள் அல்லது பாக்டீரியக் குரோமசோம்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவை பலவித உருவங்களில் காணப்படுகின்றன. இவற்றைக் குறிப்பிட்ட சாயமேற்றும் முறையினால் எலெக்ட்ரான் நுண்பெருக்காடி மூலம் காணலாம். செல்லின் உட்சோற்றிலிருந்து நியுக்ளியகப் பகுதியைப் பிரிக்கும் நியுக்ளியச் சவ்வு பாக்டீரியச் செல்லில் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை.

பிளாஸ்மிடுகள் (Plasmids) :

பாக்டீரிய செல்லினுள் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் சிறிய வட்டவடிவ, தானே இரட்டிப்படையும், இரு இழை கொண்ட DNA மூலக்கூறு பிளாஸ்மிடு எனப்படும். இவை குரோமோசோம் தவிர்த்த மற்றொரு மரபுப்பொருள் ஆகும். இவற்றின் நீளம் வேறுபட்டு (100 கிலோ கார இணைகள் (kbps) வரை) காணப்படும். ஆனால் பாக்டீரிய DNA வை விட சிறியது. குரோமோசோமும், பிளாஸ்மிடும் இணைந்து பாக்டீரியல் ஜீனோம் மரபணுத்தொகுதி எனப்படுகிறது. ஜாக்கப் ஸ்கீஃபெர், ஹல்மேன் ஆகியோர் (1958-1960) பிளாஸ்மிடை எபிசோம் என அழைத்தனர். லீடெர்பெர்க் (1952) என்பவர் பிளாஸ்மிடை முதலில் விவரித்தார். இவை மற்ற செல்களுக்கு மாற்றக் கூடியதாக இருப்பதால், மறுஇணைவு DNA (Re-

combinant DNA) தொழில்நுட்பத்தில் அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. ஒரு செல்லினுள் 1-100 பிளாஸ்மிடுகள் வரை இருக்கலாம். ஒரு செல்லிலுள்ள பிளாஸ்மிடுகளின் எண்ணிக்கை நகல் எண்ணிக்கை எனப்படும். செல்லின் 1-2 பிளாஸ்மிடுகள் இருப்பின் அவை குறைந்த நகல் எண்ணிக்கை பிளாஸ்மிடுகள் அல்லது ஸ்டிரின்ஜெண்ட் பிளாஸ்மிடுகள் எனப்படும். அதிக எண்ணிக்கை இருப்பின் (1-100) அவை அதிக நகல் எண்ணிக்கை பிளாஸ்மிடு அல்லது ரிலாக்ஸ்டு பிளாஸ்மிடு எனப்படும். பாக்டீரிய குரோமோசோம்களோடு இணைந்து செயலாற்றும் பிளாஸ்மிடுகள் எபிசோம் எனப்படும்.

பிளாஸ்மிடுகளில் 'F' வகை : (இவை குரோமோசோம் ஜீன்களை மற்ற செல்களுக்கு மாற்றும் திறனுடையவை. தானாகவும் வேறு செல்களுக்கு செல்லக்கூடியவை. இவை பால் பிளாஸ்மிடுகள் (Sex plasmids) எனவும் அழைக்கப்படும்.) 'R' **வகை :** (இவை ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உயிர் எதிர்ப்பொருள்களை தடுக்கும் ஜீன்களை உடையவை.) மற்றும் கோல்பிளாஸ்மிடு (Col. plasmid) : (கோலிசின் என்ற நச்சுப்பொருளை உற்பத்தி செய்யும் தன்மையுடையது) என்று மூன்று வகைகள் உள்ளன. பிளாஸ்மிடுகள் அதிக சுருள் கொண்ட வடிவம், வட்ட வடிவம், நீள் சுருள் வடிவம் ஆகிய நிலைகளில் காணப்படும். நச்சுப்பொருட்களை உற்பத்தி செய்வது, உயிர் எதிர்ப்பொருளைத் தடுத்தல், சூழ்நிலைக் காரணிகளைத் தடுத்தல், வழக்கத்திற்கு மாறான வேதியக்கூட்டுப் பொருட்களை உணவாக்கிக் கொள்ளுதல் ஆகியவை இவற்றின் செயல்களாகும்.

உட்சோற்றின் மற்ற உள்ளடக்கப் பொருட்கள் (Other cytoplasmic inclusions) :

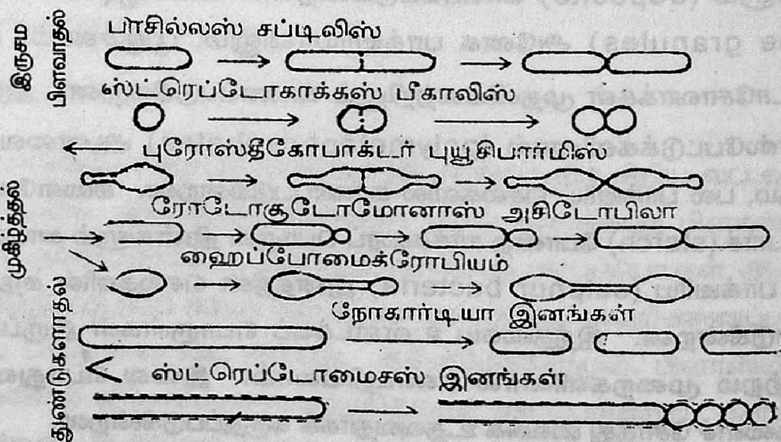
சில பாக்டிரிய செல்களில் குமிழ்களும் (vacuoles) சிலபொருள்கள் அடர்ந்த படிவங்களும் (deposits) காணப்படுகின்றன. வால்யூடின் பொருண்மைகள் (volutine granules) அனேக பாக்டீரியாவிலும், பூஞ்சணம், ஆல்காக்கள், புரோட்டோசோவாக்கள் முதலியவற்றிலும் காணப்படுகின்றன. இத்திரள்கள் பல மெடாபாஸ்பேட்டுக்களினால் (polymetaphosphates) ஆனவை. கொழுப்புத் துளிகளும், பல பாக்டீரிய செல்களில் காணப்படுகின்றன. கிளைகோஜன் (Glycogen) ஸ்டார்ச் (starch) போன்ற சர்க்கரைப் பொருள் திரள்களும் காணப்படுகின்றன. கந்தகப் பாக்டீரிய (sulphur bacteria) இனத்தின் செல்களில் கந்தகத் துளிகள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய உள்ளடக்கப் பொருள்கள் இருப்பதை, தகுந்த சாயமேற்றம் முறைகளினால் கண்டறியலாம். இவை பொதுவாக உணவுப் பொருட்களைச் சேர்த்து வைக்க உதவுவதாகக் கருதப்படுகின்றன.

பாக்டீரிய இனப்பெருக்கம் (Bacterial Reproduction) :

பாக்டீரியங்களில் வளர்ச்சியும், இனப்பெருக்கமும் ஒன்றிணைந்த செயல்களாகும். வளர்ச்சியின் முடிவில் செல்பிரிவு ஏற்படும். செல்பிரிவினால் இனத்தொகை அளவு அதிகரிக்கும். வளர்ச்சிக்குப்பின் நுண்ணுயிரிகள் பிளவில் ஈடுபடுகிறது. சில குச்சிவடிவ பாக்டீரியங்களில் பிளவாதல் ஏற்படுவதில்லை. மாறாக உட்கருபிளவு, செல்சுவர், செல்சவ்வு வளர்ச்சி ஏற்பட்டு செல் நீண்டு, குறுக்குச்சுவர் அற்று நீள் இழைகள் உருவாகின்றன. இவ்வாறு பல்வேறு முறைகளில் பாக்டீரியங்கள் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

பாக்டீரிய இனப்பெருக்க முறைகள் : பாலிலா இனப்பெருக்கம் (Asexual reproduction) : (படம் 3.7)

ஆக்டினோமைசீட்டுகளில் நீளமான இழைகள் போன்ற வளர்ச்சி ஏற்பட்டு பின்னர் அவை உயிருள்ள பல துண்டுகளாக பிரிந்து விடுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சிக்கு துண்டுகளாதல் எனப்பெயர். ஒவ்வொரு துண்டுகளும் புதிய இழைகளாக வளர்ச்சியடைகின்றன. ஸ்ட்ரெப்டோமைசிஸ்களில் நுனியில் ஸ்போர்கள் தோன்றுகிறது. பின்னர் இவை விடுபட்டு தனி காலனியாக வளர்ச்சியடைகிறது. இதற்கு ஸ்போர்கள் ஆக்கம் எனப்பெயர். சில பாக்டீரியங்களில் முகிழ்த்தல் (Budding) ஏற்பட்டு புதிய செல்கள் உண்டாகின்றன. பெரும்பாலானப் பாக்டீரியங்கள் இருசமப்பிளவாதல் முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. மேற்கண்ட முறையில் பாலினச் செல்கள் அற்ற இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. இதற்கு பாலிலா இனப்பெருக்கம் என்று பெயர். பெரும்பாலானப் பாக்டீரியங்கள் இம்முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.



படம் 3.7. பாலிலா இனப் பெருக்கம்

இருசமப்பிளவாதல் (Binary fission) :

இம்முறையில் ஒருசெல் இரண்டாகப் பிரிகிறது. இவ்விரண்டு செல்கள் மேலும் இரண்டிரண்டாகப் பிரிந்து செல் பெருக்கமடைகிறது. முதலில் பாக்டீரிய உட்கரு பொருள் (DNA) இரட்டிப்பாகிறது. பின்னர் புதிய செல் சவ்வு, செல்சுவர், சைட்டோபிளாச உட்பொருட்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு செல் நீள்கின்றது. இந்நிகழ்வின்போது செல்சவ்வு, செல்சுவர் இணைந்து மத்தியில் தடுப்புச்சுவர் தோன்றி இரு சேய் செல்கள் உண்டாகின்றன. மீசோசோம்கள் தடுப்புச்சுவர் உருவாக்கத்தில் பங்கு கொள்கின்றன. சில பாக்டீரிய இனங்களில் செல் பிரிதலுக்குப் பின்னரும் சேய் செல்கள் இணைந்து காணப்படும்.

முகிழ்த்தல் (Budding) :

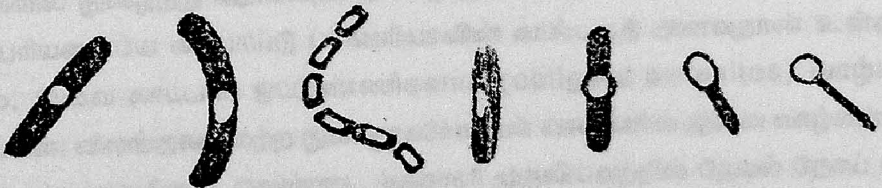
செலிபெரியா, பிளாண்டோமைசிஸ், பாஸ்ட்யூரியா போன்ற பேரினங்களில் முகிழ்த்தல் காணப்படுகிறது. செல்லின் ஒருமுனையில் சிறிய மொட்டு ஏற்படுகிறது. இது வளர்ச்சியுற்று, பெரிதாகிப் புதிய செல்லாக தாயிலிருந்து விடுபடுகின்றது. இவ்வகை முகிழ்த்தல் ரோடோசூடாமோனஸ் அசிடோஃபிலா என்ற இனத்தில் காணப்படுகிறது. ஹைப்போமைக்ரோபியம் இனத்தில் புரோஸ்தீகாவின் இறுதியில் மொட்டு வளர்கின்றது.

துண்டுகளாதல் (Fragmentation) :

சிமோன்சியல்லா, சேபரோஸ்பைரா இனங்களில் நீள்இழை அமைப்பில் ஆங்காங்கு துண்டுகளாதல் மூலம் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. லுயூகோத்ரிக்ஸ் இனத்தில் நீள் இழையின் மேல் முனையில் தனியாகவோ, சங்கிலித் தொடராகவோ, நீள்வட்டவடிவ செல்கள் விடுபடுகின்றன. இந்த இனப்பெருக்க செல்கள் கொனிடியா எனப்படுகிறது. இவை வழுக்கு இயக்கமுடையவை. சில நேரங்களில் இவை இணைந்து ரோசெட்டுகளாகின்றன.

பாக்டீரிய உள்வித்துக்கள் (Endospores) : (படம் 3.8)

சில பாக்டீரியா உருண்டை அல்லது முட்டை வடிவமாகத் தம்மை மாற்றிக் கொள்ளும் ஆற்றல் மிக்கவை. இம்மாற்று அமைப்புகள் சிறந்த தாங்கும் சக்தி (re-



படம் 3.8. பாக்டீரிய உள்வித்துக்கள்

sistance) கொண்டவை. பேசில்லஸ், கிளாஸ்ட்ரிடியம் ஆகிய இரு பொது இனங்களிலும், பாக்டீரிய வித்துக்கள் உண்டாவது அவற்றின் பொதுவானப் பண்புகளிலொன்றாகக் கருதப்படுகிறது. வேறு பாக்டீரியாவிலும் இப்பண்பு காணப்பட்ட போதிலும் அவை மிகச்சிலவே. பாக்டீரிய வித்துக்கள் உண்டாவது பாக்டீரியா நீண்டகாலம் உயிர் வாழவும், இனப்பெருக்கம் செய்யவும் உதவுகிறது. சூழ்நிலையின் தன்மைகளினாலும், உணவுப்பொருட்களின் பற்றாக் குறைகளினாலும், வித்துக்கள் உண்டாவதாகக் கருதப்படுகிறது. பாக்டீரிய வித்துக்களின் குறிப்பிட்டத் தன்மைகளிலொன்று, அவற்றின் இரசாயனக் கூட்டு முறையாகும். வளரும் செல்களில் (vegetative cells) காணப்படாத டைபிகோ லினிக் அமிலம் (dipicolinic acid) பாக்டீரிய வித்துக்களில் காணப்படுகிறது. மிகுதியான அளவு சுண்ணாம்பும் calcium) வித்துக்களில் காணப்படுகிறது.

இத்தகைய வித்துக்கள் மறுபடியும் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான தகுந்த சூழ்நிலைகளை அடையும் பொழுது, வித்து உறை (spore-wall) கிழிந்து வித்து முளைக்க ஆரம்பிக்கிறது. வித்துக்கள் தோன்றலையும், முளைத்தலையும் (படம் 1.9) விளக்குகிறது. வளரும் செல்களைவிட இவ்வித்துக்கள் பலவித வேதிய, பௌதிகச் செயல்களையும் தாங்கும் எதிர்ப்புச் சக்தி மிகுதியாகப் பெற்றுள்ளன.

பாலினப் பெருக்கம் (Sexual reproduction) :

மரபுப்பொருள் ஒருசெல்லில் இருந்து மற்றொரு செல்லுக்கு மாற்றப்படுவது (அல்லது) பரிமாற்றம் செய்து கொள்வது பாலினப்பெருக்கமாகும். மரபுப்பொருளை கொடுக்கும் பாக்டீரியம் கொடுப்பவர் (Donor) எனவும், அதனைப்பெரும் பாக்டீரியம் ஏற்பவர் (Recipient) எனவும் அழைக்கப்படும். பாக்டீரியாக்களில் மரபுப்பொருள் மாற்றம் 1. மாற்றம் (Transformation), 2. இணைதல் (Conjugation), 3. கடத்துதல் (Transduction) (அ) செலுத்துதல் என்ற மூன்று முறைகளில் நடைபெறுகிறது.

ஆ. வைரஸ்கள் (Viruses) (அ) நோய் நுண்ணுயிரி

இயல்பு வரையறை (Definition)

வைரஸ்கள் பாக்டீரியாக்களை விட பலமடங்கு நுண்ணிய, எல்லாவிதமான உயிரினங்களையும் தாக்கும் ஒட்டுண்ணிகளாகும். வைரஸ் என்றால் நச்சு எனப் பொருளாகும். இவை உயிர்ப் பொருட்களுக்கும், உயிரற்றப் பொருட்களுக்கும் இடைப்பட்டவை. ஏனெனில் உயிர்ச்செல்களுக்கு வெளியே வைரஸ்கள் செயலற்றவை. எனவே அவற்றை உயிருள்ளவை என கருத இயலாது. அதே சமயம் அவை பாக்டீரியா, பூஞ்சை, விலங்குகள், தாவரங்கள் போன்றவற்றில் நோயுண்டாக்குவதால் அவற்றை அசாதாரணமான வகையில் எளிய உயிரினங்கள் அல்லது உயிரற்ற வேதிப் பொருட்கள் ஒரு அசாதாரணமான முறையில் இணைந்து இயங்கும் பொருட்கள் என்றும் கருதலாம். வைரஸ்களைத் தனித்தன்மையுள்ள, சிறிய வடிகட்டியினுட் செல்லும், உயிருள்ள ஓம்புயிரிகளின் பல்கிப்பெருகும் கட்டாய நோயூக்கிகள் (அ) ஒட்டுயிர்கள் என்று வரையறுக்கலாம். ல்வோர்ப் (Lworf, 1957) வைரஸ்கள் என்பவை நோயுண்டாக்கும் நியூக்ளியோ புரோட்டீன்கள் பெற்ற, நோய் பரப்பும் தன்மையுடைய, ஒரே ஒரு வகை நியூக்ளிக் அமிலத்தை மரபுப்பொருளாகப் பெற்ற, வளர்ச்சி மற்றும் பிரிதல் இல்லாத, நொதிகள் இல்லாத உயிர்ப்பொருட்கள் என்று வரையறுத்தார். லூரியா மற்றும் டார்னெல் (Luria and Darnell, 1968) ஆகியோர், வைரஸ்கள் என்பவை நியூக்ளிக் அமிலங்கலாளான மரபணுத் தொகுப்பைப் பெற்று, அவற்றின் மூலம் உயிர்செல்களிலுள்ள இணைவாக்க உறுப்புக்களைக் கொண்டு படிவாக்கம் செய்தல், மற்ற உயிர்ச் செல்களினுள் அதன் மரபணுத்தொகுப்பைச் செலுத்தவல்ல இயல்பமைந்த தனிச்சிறப்பு வாய்ந்தப் பொருட்கூறுகளை உண்டாக்கவல்ல, ஒரு அமைப்பைப்பெற்றவை என்று இயல்பு வரையறையளித்துள்ளார். வைரஸைப் பற்றிய அறிவியல் வைராலாஜி (Virology) என்று அழைக்கப்படுகிறது. வைரஸ்கள் பாக்டீரியாவிலிருந்து பல வகைகளில் வேறுபடுகின்றன. பாக்டீரியாவைப் போல இவை ஒளி நுண்பெருக்காடி (Light Microscope) மூலம் காணமுடிவதில்லை. எலக்ட்ரான் நுண்பெருக்காடி மூலமே காண முடியும். பாக்டீரியா நுழைய முடியாது நுண்துளைகளுள்ள பாக்டீரிய வடிகட்டிகளின் துளைகளில் நுழைந்து வரக்கூடிய அளவு இவை சிறியனவாகும். வைரஸ்களில் மிகப்பெரியவையே டைபாய்டு பாக்டீரியாவின் கால்பகுதி அளவுதான் உள்ளன. மேலும், இவை காட்டாய ஒட்டுண்ணிகளாக (obligate parasites) வாழ்வன. தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்ற நுண்ணுயிர்களின் செல்களில் இவை வாழ்கின்றன. வைரஸ்கள் புகையிலை, வெண்டை, தக்காளி முதலியவற்றில் தேமல் நோய் (Mosaic disease) கத்திரி, மிளகாய் முதலியவற்றில் சிற்றிலை நோய் (little leaf disease), மனிதனில் ப்ளுசுரம் (Influenza), அம்மைகள் (Poxes), இளம்பிள்ளை வாதம்

(Polio), வெறிநாய்க்கடி (Rabies), மற்றும் கால்நடைகளில் பாத-வாய் நோய் (Foot and Mouth disease) போன்றவற்றிற்குக் காரணமாயுள்ளன.

வைரசுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரலாறு :

வைரசு கண்டுபிடிப்பதற்கு பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே அவற்றால் மனிதனுக்கு ஏற்படும் பலநோய்களின் அறிகுறிகள் பற்றி மக்கள் அறிந்திருந்தனர். முதன் முதலில் 1796ம் ஆண்டு ஜென்னர் (Jenner) பெரியம்மைப் புண்ணிலிருந்து எடுத்த அம்மைப்பாலைக் கொண்டு வேக்சினேசன் (Vaccination) எனப்படும் தடுப்பூசி போடும் முறையை உபயோகித்து, பெரியம்மையிலிருந்து பாதுகாக்கும் முறையைக் கண்டறிந்தார். இந்நாளிலும் இத்தடுப்பூசிமுறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் பின்னர் சுமார் அரை நூற்றாண்டு கழித்து லூயிபாஸ்டர், "ரேபீஸ்" எனப்படும் வெறிநாய்க்கடிக்கானத் தடுப்பூசி மருந்தை இந்நோய் வைரஸ்களால் உண்டாகிறது என்று அறியாமலேயே உருவாக்கினார். இத்தகைய தடுப்பூசி (அ) வாக்சின் (Vaccine) மேலும் பல வைரஸ் நோய்களுக்கும் தற்சமயம் கையாளப்படுகிறது.

கி.பி.1884ல் சார்லஸ் சாம்பர்லாண்டு (Charles Chamberland) பாக்டீரிய வடிகட்டி ஒன்றை உருவாக்கினார். ஏ.மேயெர் (A.Mayer, 1886) ஹாலந்தில் செய்த ஒரு ஆராய்ச்சியில் மெக நோயுள்ள புகையிலையின் சாற்றை ஆரோக்கியமான புகையிலைத் தாவரத்தில் ஊசி மூலம் செலுத்திய போது அவை நோயுறுவதைக் கண்டார். ஆனால் அந்தச் சாற்றை கொதிக்க வைத்த போது அத்தகைய நோயுருவாக்கும் தன்மை இழப்பதைக் கண்டார். அவர் இந்நோய்க்கு ஒரு பாக்டீரியா காரணமாக இருக்கலாம் என்று கருதினார். ஆனால் பல பாக்டீரியாக்களை செலுத்திய போதும் இந்நோய் உருவாகவில்லை. பின்னர் 1892-ல் முதன்முதலில் ரஷ்ய தாவரவியல் அறிஞரான டிமிட்ரி ஐவனோவ்ஸ்கி நோய் தாக்கிய புகையிலையின் சாற்றை சாம்பர்லாண்டு வடிகட்டியில் நோய்க்குக் காரணமான பாக்டீரியாவை வடிக்கட்ட முயற்சித்தார். ஆனால் அந்த நோயூக்கி வடிகட்டியின் துளைகள் வழியாக வெளியேறிவிட்டதால், வடிகட்டிய பின்னும் நோயுற்ற புகையிலையின் சாறு நோய் உருவாக்கும் தன்மையை இழக்கவில்லை. எனவே அவர் இந்த நோயை உருவாக்கும் நோயூக்கிகள் (Pathogens) பாக்டீரியாவை விட மிகச்சிறியவை என்ற முடிவுக்கு வந்தார். அந்த நோயூக்கிக்கு வடிகட்ட இயலாத நச்சு (filtrable virus) அல்லது நச்சுத்திரவம் என்று பெயரிட்டார். அதனைத் தொடர்ந்து டச்சு நுண்ணுயிரியல் பேராசிரியரான எம்.வி.பெய்ஜெரின்க் (M.V.Beijerinck, 1898) நோயுண்டாக்கும் உயிரிகளுள்ள திரவம் (*contagium vivum fluidium* i.e., living infectious fluid) என்ற கோட்பாட்டை வெளியிட்டார். அதன் பிறகு மேலும் பலமுறை வடிகட்டிய பின்னும் நோயுண்டாக்கும் பல திரவங்கள் கண்டறியப்பட்டன.

பெய்ஜரின்க் இவ்வாறு வடிகட்டிய பின்னும் நோயுண்டாக்கும் திரவங்களிலுள்ள நச்சுக்கள் பாக்டீரியாக்களிலிருந்து வேறுபட்டவை என்று கண்டார். பின்னர் 1935ல் எம்.ஸ்டான்லி (M.Stanley) புகையிலை மேகநோய் உண்டாக்கும் நச்சுக்களைப் (viruses) படிகமாக்கினார். அப்படிகங்களை ஆரோக்கியமான புகையிலைச் செடியில் செலுத்திய போது அவை நோயுற்றன. மேலும் அவர் இந்த வைரஸ்கள் சாதாரண செல்கள் போன்றவை அல்ல என்று முடிவு செய்தார். இதற்காக அவருக்கு 1946ல் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. பின்னர் எப்.சி. பௌடன் மற்றும் என்.டபிள்யு. பிரீ (F.C.Bowden and N.W.Pirie, 1938) அந்தப் படிகங்களை ஆராய்ச்சி செய்து அவை ரிபோநியூக்ளிக் அமிலம் (ஆர்.என்.ஏ) மற்றும் புரதப்பொருட்களால் ஆனவை என்று கண்டனர். இந்த ஆராய்ச்சிக்காக பிரீக்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. கீரைர் மற்றும் ஸ்ச்ராம் (Gierrer and Schramn, 1956) அந்த நோயுண்டாக்குபவை உண்மையில் நியூக்ளிக் அமிலங்கள் என்றும் அவையே இவ்வைரஸ்களின் பாரம்பரியக் காரணிகள் என்றும் நிரூபித்தனர். மேலும் இவ்வைரஸ்கள் நோய் தாக்கிய செல்லிலுள்ள நைட்ரஜன் பொருட்கள் மற்றும் சில பொருட்களை உபயோகித்து தன்னுடைய மரபணுத்தொகுப்பை (Genome) உருவாக்குகின்றன என்று கண்டார். அதன் பின்னர் ப்ரெஸ்கெல் – கோன்ராட் 1956ல் புகையிலை மேகநோய் உண்டாக்கும் வைரஸ்களிலுள்ள மரபுப்பொருள் (Genetic material) ஆர்.என்.ஏ என்று உறுதி செய்தார். பின்னாளில் டூலிப் (Tulip) மலர்களில் உண்டாகும் அழகான வரிகளுக்கும் பல நிழல் வண்ணங்களுக்கும் (straitions and shades) வைரஸ்களே காரணம் என்று கண்டறியப்பட்டது.

இதனிடையில் ப்ரெடெரிக் டபிள்யு.ட்யோர்ட் 1915ல் இங்கிலாந்திலும், பெலிக்ஸ் டி ஹெரில் 1966ல் பாரிஸிலுள்ள பாஸ்டர் ஆய்வு நிலையத்திலும் தனித்தனியாக, வளர்க்கப்பட்ட சில பாக்டீரியக்காலனிகள் சில காரணிகளால் சிதைக்கப்பட்டதையும், இவ்வகைச் சிதைவுகள் ஒரு காலனியிலிருந்து மற்றொரு காலனிக்குப் பரவியதையும் கண்டனர். இவை பாக்டீரிய வடிகட்டியில் செலுத்தப்பட்ட பின்னும், இந்த சிதைக்கும் இயல்பை பரப்பின. ஆனால் இத்திரவத்தை கொதிக்க வைத்துபின் இத்தன்மையில்லை. எனவே ட்வோர்ட் இத்தகைய சிதைவு வைரஸ்களால் இருக்கலாம் என்று கருதினார். டி ஹெரிலும் இதைக் கண்டறிந்து (இதற்கு ட்வோர்ட் – டிஹெரில் நிகழ்வு, Twort-d' Herelle phenomen என்று பெயர்) இந்த வைரசுக்கு பாக்டீரியோபாஜ் (Bacteriophage) அதாவது பாக்டீரிய உண்ணி என்று பெயரிட்டார். ஹெர்ஷி மற்றும் சேஸ் (Hershey and Chase, 1952) T2 பாக்டீரிய பாஜ்களை விரிவாக ஆய்ந்து அவற்றிலுள்ள டி.என்.ஏ. தான் மரபுக்கடத்தியாக செயல்படுகிறது என்றும், அந்த டி.என்.ஏ. உயிர்ச்செல்களினுள் ஊடுருவும் போது நோய்த்தாக்குகிறது என்றும் விளக்கமளித்தனர்.

மேலும், 1894-ல் ஹஷிமோட்டோ (Hashimoto) என்ற ஜப்பானிய ஆராய்ச்சியாளர் குட்டை நெல்நோய் (rice dwarf disease) ஏற்படக் காரணமான வைரசுக்கும் பூச்சிகளுக்கும் உள்ள தொடர்பினைக் கண்டறிந்தார். பின்னாளில், பால், ஆடம்ஸ் மற்றும் ஷா (Ball, Adams and Shaw, 1907) கரும்பில் ஏற்படும் முடிச்சுருள் நோய் வைரஸ்களுக்கும் இலைகளில் தாவும் வெட்டுக்கிளிகளுக்குமிடையேயுள்ளத் தொடர்பினை நிருபித்தனர். வைரஸ் அறிவியலில் ஏற்பட்ட மற்ற சில குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றங்களாவன : பொத்தான் வடிவக்காளான்களைத் (button mushroom) தாக்கும் மைக்கோவைரஸ்கள் (mycovirous) ஹோலிங்ஸ் (Hollings) என்பவரால் 1962ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. நீலப்பச்சைப் பாசிகளை உண்ணும் சையனோபாஜ்கள் (cyanophages), 1963ல் சாபெர்மேன் மற்றும் மோரிஸ் (Safferman and Morris, 1963) என்பவர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன; சார்பு வைரஸ்கள் (satellite வைரஸ்கள்) காஸனிஸ் (Kassanis, 1966) என்பவராலும், வைராய்டுகள் (viroids) டீனெர் மற்றும் ரேமெர் (Deiner and Raymer, 1960) என்பவர்களாலும், ப்ரியான் புருஸினராலும் (Prusiner, 1982), எச்.ஐ.வி. (HIV) லக்மோன்டாக்னியெராலும் (Lucmontagnier, 1983) கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. கடந்த சில பத்தாண்டுகளில் வைரஸ்கள் பிரித்தெடுப்பு மற்றும் வளர்ப்பு முறைகள், பன்மடங்காக்கும் முறைகள், மரபணுப் படங்கள் உருவாக்கம் (Preparation of Genetic Maps), நோயெதிர்ப்புத்திறன் உருவாக்கம், மரபணுத்தொழில்நுட்பம் (Genetic engineering), மூலக்கூறு உயிரியல், தடுப்பூசிகள் உருவாக்கம் போன்றவற்றில் ஏற்பட்ட வியத்தகு விஞ்ஞான வளர்ச்சிகளின் காரணமாக வைரஸ்கள் பற்றிய அறிவியல் வெகுவாக வளர்ச்சியடைந்துள்ளது.

வைரஸ்களின் சிறப்புப் பண்புகள் :

1. அளவில் மிக நுண்ணிய தன்மை : வைரசுகள் சுமார் 10லிருந்து 200 மில்லி மைக்ரான் அளவே உள்ளவை. இவை பாக்டீரியாவை விட சிறியவை. எளிய அமைப்புடையவை.

2. பாக்டீரிய வடிகட்டிகளின் வழியே செல்லக்கூடியவை.

3. வைரஸ்கள் கட்டாய ஒட்டுண்ணித்தன்மை அல்லது ஒண்டுயிர்த் தன்மையுடையவை. பெரும்பாலானவை நோய் உண்டாக்கும் தன்மையுடையவை.

4. வேதித்தன்மை (chemical nature) : அனைத்து வைரஸ்களும் நியூக்ளியோ புரதங்களாலானவை (Nucleo proteins), வேதியியல் முறையில் படிகமாக்கப்பட்ட பின்பும் இவற்றின் ஒண்டுயிர்த்தன்மை மாறுவதில்லை.

5. வைரஸ்களில் வளர்ச்சி, செல்பிரிதல், வளர்சிதை மாற்றம் நடைபெறுவதில்லை.

6. உட்சோறு (cytoplasm), உட்சோறு உறுப்புகள் (cytoplasmic organelles),

ரிபோசோம்கள், புரத உற்பத்திக்கான சாத்தியக் கூறுகள் இல்லை.

7. வைரஸ்களில் ஒரு உட்கரு அமிலம் உள்ளது. இவற்றின் மரபுப்பொருள் ஓம்புயிர் செல்களில் பிரிவடைகிறது. செல்லுக்கு வெளியே பிரிவடைந்துப் பெருக இயலாது.

வைரசுகளின் வகைப்பாடு :

வைரஸ்கள், வைரேல்ஸ் (Virales) எனப்படும் வரிசை (order) யில், மைக்ரோடோபையோட்ஸ் என்ற வகுப்பின் (class) கீழ் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்வைரசுகளின் பலஇனங்கள் அவற்றின் பல்வேறு உருவ அமைப்பு, இயல்புகள், நியுக்ளிக் அமிலம் (Nucliec Acids) மற்றும் லிபிடுகள் (lipids) போன்றவற்றின் தன்மைகள் போன்றவற்றால் வேறுபடுகின்றன. வைரஸ்கள் ஓம்புயிர்களின் அடிப்படையிலும், அவை உண்டாக்கும் நோய்களின் அடிப்படையிலும் கீழ்க்கண்டவாறு தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. தாவர வைரஸ்கள் (அ) தாவரங்களைத் தாக்கும் வைரஸ்கள் :

பெரும்பாலான தாவர வைரஸ்கள் பூக்கும் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. சில வைரஸ்கள் ஜிம்னோஸ்போர்ம் (Gymnosperms) கள், பெரணிகள் (Ferns) ஆகியவற்றிலும் காணப்படும். புகையிலை, தக்காளி, வெள்ளரி, முட்டைக்கோசு, உருளைக்கிழங்கு, கரும்பு முதலிய செடிகளில் தேமல் நோய், புகையிலையின் வளையப்புள்ளி நோய் (ring spot disease), சிற்றிலை நோய், தக்காளியில் புதர்க்குறுக்கல் நோய் போன்றவற்றை உண்டாக்கும் வைரஸ்களை இவ்வகைக்கு உதாரணமாகச் சொல்லலாம்.

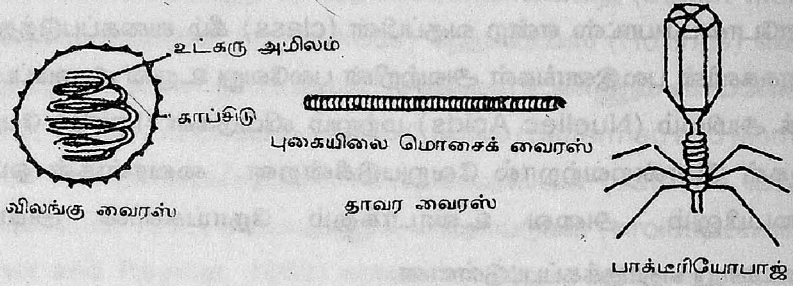
2. விலங்கு வைரஸ்கள் (அ) விலங்குகளைத் தாக்கும் வைரஸ்கள் :

இவற்றை மனிதன் மற்றும் விலங்குகளைத் தாக்குபவை, மீன்களைத் தாக்குபவை மற்றும் பூச்சிகளைத் தாக்குபவை என்று மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பாத வாய் நோய், வெறிநாய்க்கடி, பன்றிக் காய்ச்சல், ஆட்டம்மை, கோழி ப்ளேக் போன்றவற்றை மனிதன் மற்றும் விலங்குகளைத் தாக்கும் வைரஸ்களுக்கு உதாரணங்களாகவும், கார்ப் அம்மை (carp pox), எபிதீலியோமா (epithelioma) வைரசுகளை மீன்களைத் தாக்கும் வைரசுகளுக்கு உதாரணங்களாவும், புழுக்களில் வாடல்நோய் (அ) பாலிஹெட்ரல் நோய், பட்டுப்புழுவில் காமாலை நோய் (jaundice), தேனிக்களில் கூட்டுப்புழுநோய் உண்டாக்கும் வைரஸ்களை பூச்சிகளைத் தாக்கும் வைரசுகளுக்கு உதாரணங்களாகவும் சொல்லலாம்.

3. பாக்டீரியா வைரஸ்கள் (அ) பாக்டீரியாக்களைத் தாக்கும் வைரஸ்கள் :

எல்லாவகை பாக்டீரியாக்களிலும் வைரஸ்கள் காணப்படுகின்றன. பாக்டீரியக் கொல்லிகள் (அ) பாக்டீரியோபேஜ்கள் (Bacteriophages), ஆக்டினோமைசெட்டுகளைத் தாக்கும் வைரஸ்கள் (actinophages) போன்றவை இவ்வகைக்கு உதாரணங்களாகும்.



படம். 3.9 வைரஸ்களின் வகைகள்

1972-ல் ஜொஹன்சன் முதன்முதலில் தாவர வைரஸ்களை வகைப்படுத்த முயன்றார். வைரஸ்களை அவை உண்டாக்கும் நோய்களின் அடிப்படையில் பெயரிடுவது ஒரு பொது மரபாக இருந்தது. எ.கா : போலியோ வைரஸ், இன்புளுயென்சா வைரஸ் போன்றவை. பாக்டீரியோபேஜ்கள் (பாக்டீரிய உண்ணிகள்) ஆய்வகக் குறியீடுகள் மூலம் பெயரிடப்பட்டன. எ.கா. Q3, ▯X174, M13 போன்றவை. சையானோபாஜ்கள் (சையனோபாக்டீரியா உண்ணிகள்) அவற்றின் ஓம்புயிர்களின் அடிப்படையிலும் சீர வகை மாறுபாடுகளின் அடிப்படையிலும் பெயரிடப்பட்டன. எ.கா. LPP1, LPP2 போன்றவை.

ஹோம்ஸ் (Holmes, 1948) லின்னேயஸின் வகைப்பாட்டு முறையான இரட்டைப் பெயரிடல் முறையைப் பின்பற்றி வைரஸ்களை வரிசை (order) வைரஸ் (virus) என்றும் மூன்று துணைவரிசை (suborders) களாகவும் தொகுத்தார்.

1. துணை வரிசை (sub order) 1 : பாஜினே (Phaginae) : பாக்டீரியாவைத் தாக்கும் வைரஸ்கள்

2. துணை வரிசை (Sub order) 2 : பைட்டோபாஜினே (Phytophaginae) : தாவரங்களைத் தாக்கும் வைரஸ்கள்

3. துணை வரிசை (suborder) 3 : ஸூபாஜினே (Zoophaginae) விலங்குகளைத் தாக்கும் வைரஸ்கள்

1962-ல் ஏ.ல்வோர்ப், ஆர்.ஹோம் மற்றும் பீ.ரூர்னியெர் (A.Lworff, R.Horne

and P.Tournier) ஆகிய மூன்று பேரும் ஒரு வைரஸ் வகைப்பாட்டு முறையை அறிமுகப்படுத்தினார். அது எல்.ஹச்.டி (LHT) வகைப்பாட்டுமுறை என்று அழைக்கப்படுகிறது. அந்த வகைப்பாட்டு முறை உலக நுண்ணுயிரியல் கழகத்தினால் நாடுகளுக்கிடையிலான நுண்ணுயிர்க் கழகம் (International Association of Microbiological society) அமைக்கப்பட்ட வைரஸ்களுக்கான பெயரிடும் முறைவகுக்க அமைக்கப்பட்ட தற்காலிகக்குழுவால் (Provisional Common Nomenclature of Viruses, PCNV) அங்கீகரிக்கப்பட்டது. இந்த எல்.ஹச்.டி. (LHT) வகைப்பாட்டு முறையானது கீழ்க்கண்டவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

1. நியூக்ளிக் அமிலங்களின் தன்மை (டி.என்.ஏ. (அ) ஆர்.என்.ஏ.)
2. வைரஸ் துகள்களின் சமச்சீரமைவு (Symmetry of viral particles)
3. உறையுள்ள (அ) உறையற்ற தன்மை
4. காப்சிடின் விட்டம் மற்றும்
5. காப்சிடை உருவாக்கியுள்ள காப்சோமயர்களின் எண்ணிக்கை

இந்த எல்.ஹச்.டி. (LHT) வகைப்பாட்டுறை பின்வருமாறு:-

பெருந்தொகுதி (Phylum) : வைரா (Vira)

துணைப்பெருந்தொகுதி (Sub phylum) : டியாக்சி வைரா (Deoxy vira)

டி.என்.ஏ. வைரஸ்கள்

வகுப்பு (Class) : 1 : டியாக்ஸி ஹெலிக்கா (Deoxy helica) சுழல் வடிவ சமச்சீரமைவுள்ளவை :

வரிசை (order) 1 : கைட்டோவைரேல்ஸ் (Chitovirales) : உறையுள்ளவை

குடும்பம் (Family) 1 : பாக்ஸ்வைரிடே (Pox viridae) : பாக்ஸ் வைரஸ்கள் (அ) அம்மை வைரஸ்கள்

வகுப்பு (Class : 2) : டியாக்சிக்யூபிகா (Deoxycubica) : கூம்பு வடிவச் சீரமைப்புள்ளவை.

வரிசை (order 1) : ஹாப்லோவைரேல்ஸ் (Haplovirales) : உறையுள்ளவை

குடும்பம் (Family) 1 : மைக்ரோவைரிடே (Microviridae) : 12 காப்சோமர்கள் உள்ளவை. எ.கா. ☐ x 174

குடும்பம் (Family) 2 : பார்வோவைரிடே (Parvoviridae) : 32 காப்சோமர்கள் உள்ளவை. எ.கா. எலிவைரஸ்கள்

குடும்பம் (Family) 3 : பாப்பிலோவைரிடே (Papiloviridae) : 72 காப்சோமர்கள் உள்ளவை. எ.கா. பாப்போவைரஸ்கள்

குடும்பம் (Family) 4 : அடினோவைரிடே (Adenoviridae) : 252 காப்சோமர்கள் உள்ளவை. எ.கா. : அடினோவைரஸ்கள்

குடும்பம் (Family) 5 : இரிடோ வைரிடே (Iridoviridae) : 812 காப்சோமர்கள் உள்ளவை. எ.கா. பூச்சி வைரஸ்கள்

வரிசை (order) 2 : பெப்லோவைரேல்ஸ் (Peplovirales) :

மெல்லுறை (mantle) யுடைய வைரஸ்கள்

குடும்பம் (Family) 1 : ஹெர்ப்பெஸ்வைரிடே (Herpes viridae) : 162 காப்சோமர்கள். எ.கா. ஹெர்ப்பெஸ் வைரஸ்கள் (Herpes viruses)

வகுப்பு (Family) 3 : டீயாக்ஸிபைனலா (Deoxy binala) தலையும் வாலுமுள்ள வைரஸ்கள்

வரிசை (order) : யூரோவைரேல்ஸ் (Urovirales)

குடும்பம் (Family) : பாஜோவைரிடே (Phagoviridae) எ.கா. பாக்டீரியோபாஜ்கள் (அ) பாக்டீரிய உண்ணிகள்

துணைப்பெருந்தொகுதி (Sub-Phylum) 2 : ரிபோவைரா (Ribovira) : ஆர்.என்.ஏ. வைரஸ்கள் :

குடும்பம் 1 : ரிபோஹெலிக்கா (Ribohelica) சுழல் வடிவ சமச்சீரமைப்புடையவை

வரிசை 1 : ரேப்டோவைரேல்ஸ் (Rhabdovirales) : குச்சிவடிவ வைரஸ்கள்

துணை வரிசை 1 : ரிஜிடோவைரிடேல்ஸ் (Rigidoviridles) தாவர வைரஸ்கள்

குடும்பம் 1 : டோலிகோவைரிடே (Dolichoviridae) : 12-12nm

குடும்பம் 2 : புரோட்டோவைரிடே (Protoviridae) : 15nm

குடும்பம் 3 : பாக்கிவைரிடே (Pachyviridae) : 20nm

துணை வரிசை 2 : ப்ளக்ஸிவைரிடேல்ஸ் (Flexiviridales) (தாவர வைரஸ்கள்)

குடும்பம் 1 : லெப்டோவைரிடே (Leptoviridae) : 10-11nm

குடும்பம் 2 : மீசோவைரிடே (Mesoviridae) : 12-13nm

குடும்பம் 3 : அட்ரோவைரிடே (Adroviridae) : 15nm

வரிசை 2 : சாகோவைரேல்ஸ் (Sagovirales)

குடும்பம் 1 : மிக்ஸோவைரிடே (Mycoviridae) - 9nm

குடும்பம் 2 : பாராமிக்ஸோ வைரிடே (Paramyxaviridae) - 18nm

குடும்பம் 3 : ஸ்டோமேட்டோவைரிடே (Stomatoviridae)

வகுப்பு 2 : ரிபோக்யூபிகா (Ribocubica) : (கூம்பு வடிவ சமச்சீரமைவுடையவை)

வரிசை 1 : ஜிமோவைரேல்ஸ் (Gymovirales) : 32 காப்சோமர்கள் உடையவை.

குடும்பம் 1 : நேப்போவைரிடே (Napoviridae) : (தாவர வைரஸ்கள், பிகோனா வைரஸ்கள்)

குடும்பம் 2 : ரியோவைரிடே (Reoviridae): 92 காப்சோமர்கள் உள்ளவை.

வரிசை 2 : டோகாவைரேல்ஸ் (Toga virales)

குடும்பம் 1 : ஆர்போவைரிடே (Arboviridae): எ.கா. ஆர்போவைரஸ்கள்

குடும்பம் 2 : என்செபலோவைரிடே (Encephaloviridae)

இந்த எல்.ஹச்.டி. வகைப்பாட்டுமுறை ஒரு இயற்கை வழி வகைப்பாடோ அல்லது பரிணாம அடிப்படையிலான வகைப்பாடோ இல்லை. இது பலதரப்பினரால் விமர்சிக்கப்பட்டாலும் வைரஸ் அறிவியலாளர்களின் ஆர்வத்தைப் பெரிதும் ஈர்த்துள்ள ஒரு வகைப்பாடாகும்.

பெல்லட் (Bellet, 1967) மற்றுமொரு வகைப்பாட்டு முறையை முன்மொழிந்தார். அது முக்கியமாக வைரஸ்களின் மூலக்கூறு எடை மற்றும் நியூக்ளிக் அமிலத்தில் குவானைன் (guanine) + சைட்டோசின் (cytosine) சதவிகிதம் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டிருந்தது. சீரவியல் (serology) எதிர்க்காப்பு மூலத்திறன் (antigenicity) மற்றும் புறத்தோற்றம் ஆகிய குணங்களும் இந்த வகைப்பாட்டு முறையில் கணக்கிலெடுத்துக் கொள்ளப்பட்டன.

கிப்ஸ் (Gibbs, 1969) தாவர வைரஸ்களுக்கு ஒரு வகைப்பாட்டு முறையை அறிமுகப்படுத்தினார். அது கிப்ஸின் வகைப்பாட்டு முறை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

அவர் வைரஸ்களை வகைப்படுத்துவதற்காக 1) காப்சிடின் வடிவம் 2) பரவல் வகை 3) கடத்தி (Vector) யின் வகை 4) ஓம்புயிரியில் தொற்றலுக்குப்பின் ஏற்படும் அறிகுறிகள் 5) துணைப் பொருட்களின் தன்மை ஆகியவற்றை அளவீடுகளாகக் கொண்டார். அவர் இதுவரை அறியப்பட்ட 135 வைரஸ்களை ஆறு பெரிய குழுக்களாகப் பிரித்தார்.

காஸ்ஜென்ஸ் மற்றும் கிங் (Casjens and King 1975) வைரஸ்களை, நியூக்ளிக் அமில வகைகள், சமச்சீரமைவு, உறையுள்ள (அ) உறையற்றத் தன்மை மற்றும் உறை தயாரிக்கப்படுமிடம் (உட்கரு (அ) உட்சோறு) ஆகியத் தன்மைகளின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தினர். அவர்களது வகைப்படுத்தல் முறைக்கு காஸ்ஜென்ஸ்-கிங் வகைப்பாட்டுமுறை என்று பெயர். அது பின்வருமாறு.

1. எஸ்.எஸ்.ஆர்.என்.ஏ. வைரஸ்கள் (ss RNA Viruses)

அ. சுழல் சமச்சீரமைவுடையவை (Helical) :

i) கடினமான குச்சி வடிவமுடையவை (தாவரங்கள்)
(எ.கா.) : புகையிலை மொசைக் வைரஸ் (TMV)

ii) வளையக்கூடிய குச்சி வடிவமுடையவை (தாவரங்கள்)
(எ.கா.) : உருளைக்கிழங்கு x மற்றும் y வைரஸ்கள்

ஆ. ஐகோஸாஹெட்ரல் சமச்சீரமைவுடையவை (Icosahedral) :

i) கோள வடிவ தாவர வைரஸ்கள்

1. 180 ஒரே மாதிரியான காப்சோமர்களுடையவை (எ.கா.) வெள்ளரி மொசைக் வைரஸ்

2. 60 துணை அலகுகளுடைய இரண்டு கட்டமைப்புப் புரதங்களுடையவை (எ.கா.) காராமணி மொசைக் வைரஸ்

ii) பாக்டீரியோபாஜ்கள் (Bacteriophages)
(எ.கா.) R17, Fr, F2, QB, MS2

iii) பிகோர்னா வைரஸ்கள் (Picorna viruses) (விலங்கு வைரஸ்கள்)

1. மனிதக் குடல் வைரஸ்கள் (எ.கா. போலியோ வைரஸ்)

2. எலி இதய வைரஸ்கள் (எ.கா. மெங்கோ வைரஸ்)

3. காண்டாமிருக வைரஸ்கள் (எ.கா.) மனித சுவாச உறுப்புகளைத் தாக்கும் வைரஸ்கள்

4. பாத-வாய் நோய் வைரஸ்

இ. உறையுடையவை :

i) கோள வடிவ உறையுடைய டோகாவைரஸ்

ii) துப்பாக்கிக் குண்டு வடிவமுடைய உறையுடைய ரேப்டோ வைரஸ்கள் (எ.கா.) வெறிநாய்க் கடி நோய் வைரஸ்கள்

iii) கோளவடிவ உறையுடைய பாராமிக்சோ வைரஸ்கள் (துட்டம்மை வைரஸ்கள் (அ) இழைவடிவ மிக்ஸோ வைரஸ்கள் (இன்புளூயென்சா வைரஸ்கள்)

(iv) கோளவடிவ உறையுடைய கெரோனா வைரஸ்கள் (சார்ஸ் (SARS) வைரஸ்கள்); அரீனா வைரஸ்கள் (நிணநீர் சுழற்சி குளோரோ மெனிஞ்சிட்டிஸ் வைரஸ்கள்) ஆன்கோ வைரஸ்கள் (அ) புற்றுநோய் வைரஸ்கள் (இரத்தப் புற்றுநோய், தசைப்புற்று நோய்)

II. **டி.எஸ்.ஆர்.என்.ஏ. வைரஸ்கள் (ds RNA viráuses)**

அ. துண்ட மரபணுத்தொகுதி (segmented genome) பெற்றவை.

i) விலங்கு வைரஸ்கள் : (எ.கா.) ரியோவைரஸ், நீலநாக்கு நோய் (ஆடுகளில்) வைரஸ், பட்டுப்புழுவின் உட்சோற்று பன்முகச்சீரமைவுள்ள வைரஸ்

ii) தாவர வைரஸ்கள் : தாவரங்களின் காயப்புற்று வைரஸ், சோளத்தில் கரடுமுரடான குட்டை வைரஸ்கள், நெல்லின் குட்டை வைரஸ்

ஆ) உறையுள்ள வைரஸ்கள் : பாக்டீரியோபாஜ் Ø6

III. எஸ்.எஸ்.டி.என்.ஏ. வைரஸ்கள் (ss DNA Viruses)

அ. ஐகோஸோஹெட்ரல் சமச்சீரமைவுடையன :

i) பாக்டீரியோபாஜ்கள் : Ø x 174, S13

ii) பார்வோ வைரஸ்கள் : விலங்கு மற்றும் பூச்சி வைரஸ்கள்

ஆ. சுழல் வடிவ சமச்சீரமைவுடையன

பாக்டீரியோபாஜ்கள் : fd, F1, M13

IV. **டி.எஸ். டி.என்.ஏ. வைரஸ்கள்** (ds DNA viruses)

அ. ஐகோஸோஹெட்ரல் சிக்கலானக் கூட்டமைப்பு (வாலுடன்)

i) ஈ.கோலி (*E.coli*) பாஜ்கள் : T4, P2, T3, T5, T7

ii) எஸ்.டைபிமியூரியம் பாஜ் (*S.typhimurium* phage) P22

iii) பி.சப்டிலிஸ் பாஜ்கள் (*B.subtilis* phage) (Ø29 cynaphages)

ஆ. உறையுடையன : பாக்டீரியோபாஜ் PM2

உட்கரு இணைவமைப்பு வழியில் :

i) பாப்போவைரஸ் : போலியோமாவைரஸ், SV40

ii) அடினோவைரஸ் : பாலூட்டிகள் மற்றும் பறவைகளில் சுவாச நோய்களை உண்டாக்கும் ஐகோஸாஹெட்ரல் சமச்சீரமைவுள்ள வைரஸ்கள்

iii) ஹெர்ப்ஸ் வைரஸ் : (உறையுடையன) : சளிப்புண் நோய், பர்கிட்டின் (Burkitt's) நிணநீர் புற்றுநோய் உருவாக்கும் வைரஸ்கள்

உட்சோறு (Cytoplasmic) இணைவடிவமைப்பு :

i) பாக்ஸ் வைரஸ் (அ) அம்மை வைரஸ் (உறையுடையன) : வரியோலா - பெரியம்மை வைரஸ்

டிம்மோக் மற்றும் அவரது சக ஆய்வாளர்கள் (Dimmock *et al.* 2001) ஓம்புயிர் தெரிந்தெடுக்கும் தன்மையின் அடிப்படையில் வைரஸ்களை விலங்குகள், தாவரங்கள், பூஞ்சணங்கள் மற்றும் பாக்டீரியாக்கள், வைராய்டுகளைத் தாக்கும் வைரஸ்கள், சார்புத்துணை வைரஸ்கள் மற்றும் வைராய்டுகள் என ஏழு பிரிவுகளாகப் பிரித்தனர். ஒவ்வொரு பிரிவும் ஏழு வகைகளைக் கொண்டதாகவும் (திருத்தப்பட்ட பால்டிமோர் முறையைப் பின்பற்றி), ஒவ்வொரு வகுப்பும், குடும்பங்களைக் கொண்டதாகவும் பிரிக்கப்பட்டது.

I. முதுகெலும்புள்ள மற்றும் முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளைத் தாக்கும் வைரஸ்கள் :

முதல் வகை (class 1) : ஈரிழை டி.என்.ஏ. உடைய வைரஸ்கள்

குடும்பம் 1 : அடினோவைரிடே (Adenoviridae) : (எ.கா.) அடினோவைரஸ்

குடும்பம் 2 : ஆஸ்கோவைரிடே (Ascoviridae) : (எ.கா.) ஆஸ்கோவைரஸ்

குடும்பம் 3 : ஆஸ்ப்ராவைரிடே (Asfraviridae) : (எ.கா.) பன்றிக்காய்ச்சல் வைரஸ்

குடும்பம் 4 : பாக்குலோவைரிடே (Baculoviridae) : (எ.கா.) கிரானாலோவைரஸ்

குடும்பம் 5 : ஹெர்ப்பஸ் வைரிடே (Herpesviridae) : (எ.கா.) சிம்ப்ளக்ஸ் வைரஸ்

குடும்பம் 6 : இரிடோவைரிடே (Iridoviridae) : (எ.கா.) இரிடோவைரஸ்

குடும்பம் 7 : பாப்பிலோமாவைரிடே (Papilomaviridae) : (எ.கா.) பாப்பிலேமொ வைரஸ்

குடும்பம் 8 : பாலி டி.என்.ஏ. வைரிடே (Polydna viridae) : (எ.கா.) இக்னோவைரஸ் (Ichnovirus)

குடும்பம் 9 : பாலியோமாவைரிடே (Polyomaviridae) : (எ.கா.) SV40

குடும்பம் 10 : பாக்ஸ்வைரிடே (Poxviridae) : எ.கா. ஆர்த்தோபாக்ஸ் வைரஸ்

இரண்டாம் வகை (Class 2) : எஸ்.எஸ். DNA (ஓரிழை டி.என்.ஏ., ss DNA) உள்ள வைரஸ்கள் :

குடும்பம் 1 : சிர்கோவைரிடே (Circoviridae) : (எ.கா.) : சிர்கோ வைரஸ்

குடும்பம் 2 : பார்வோவைரிடே (Parvoviridae) : (எ.கா.) பார்வோவைரஸ்

மூன்றாம் வகை (Class 3) : ஈரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதி (ds RNA genome) மற்றும் வைரியான் - கூட்டுடைய ஆர்.என்.ஏ. சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் உள்ள (virion - associated) RNA - dependent RNA polymerase) வைரஸ்கள்:

குடும்பம் 1 : பிர்னாவைரிடே (Birnaviridae) (எ.கா.) அக்வாபிர்னா வைரஸ் (*Aquabirnavirus*)

குடும்பம் 2 : ரியோவைரிடே (Reoviridae) (எ.கா.) ஆர்த்தோ ரியோவைரஸ் (*Orthoreovirus*)

நான்காம் வகை (Class 4) :

நேர்நிலை உணர்வு ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத் தொகுதியுடைய வைரஸ்கள் (viruses with positive sense ss RNA genomes)

குடும்பம் 1 : ஆர்டெரிவைரிடே (Arteriviridae) (எ.கா.) ஆர்டிவைரஸ் (*Artivirus*)

குடும்பம் 2 : ஆஸ்ட்ரோவைரிடே (Astroviridae) (எ.கா.) ஆஸ்ட்ரோவைரஸ்

குடும்பம் 3 : காலிசி வைரிடே (Caliciviridae) (எ.கா.) மனித காலிசி வைரஸ்

குடும்பம் 4 : கொரோனாவைரிடே (Coronaviridae) (எ.கா.) கொரோனாவைரஸ்

குடும்பம் 5 : ப்ளேவிவைரிடே (Flaviviridae) (எ.கா.) ப்ளேவிவைரஸ் (*Flavivirus*)

குடும்பம் 6 : நோடாவைரிடே (Nodaviridae) (எ.கா.) ஆல்பனாவைரஸ் (*Alphanavirus*)

குடும்பம் 7 : பிகோர்னாவைரிடே (Picornaviridae) : (எ.கா.) போலியோ வைரஸ்

குடும்பம் 8 : டெட்ராவைரிடே (Tetraviridae) (எ.கா.) நௌடௌரேலியா பீட்டா வைரஸ் (Naudaurelia beta virus)

குடும்பம் 9 : டோகாவைரிடே (Togaviridae) எ.கா. ஆல்பாவைரஸ் (*Alphavirus*)

ஐந்தாம் வகை (Class 5)

எதிர்நிலை உணர்வு / இருமுனை உணர்வு பெற்ற ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதி (Negative - sense / ambisense ss RNA Genome) மற்றும் வைரியான் கூட்டுடைய ஆர்.என்.ஏ. சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் உள்ள வைரஸ்கள்

குடும்பம் 1 : ஆரினாவைரிடே (Arenaviridae) : (எ.கா.) அரீனாவைரஸ் (*Arenavirus*)

குடும்பம் 2 : போர்னாவைரிடே (Bornaviridae) (எ.கா.) : போர்னா நோய் வைரஸ் (Borna disease virus)

குடும்பம் 3 : புன்யாவைரிடே (Bunyaviridae) (எ.கா.) புன்யாவைரஸ் (*Bunyavirus*)

குடும்பம் 4 : பைலோவைரிடே (Filoviridae) (எ.கா.) : பைலோவைரஸ் (Filovirus)

குடும்பம் 5 : ஆர்த்தோமிக்ஸோவைரிடே (Orthomixoviridae) (எ.கா.) : இன்புளுயன்சா வைரஸ் ஏ, பி மற்றும் சி

குடும்பம் 6 : பாராமிக்சோவைரிடே (Paramyxoviridae) (எ.கா.) : பாராமிக்ஸோ வைரஸ்

குடும்பம் 7 : ராப்டோவைரிடே (Rhaboviridae) (எ.கா.) வெஸிகுலோவைரஸ் (*Vesiculovirus*)

ஆறாம் வகை (Class 6) : ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதியுள்ள டி.என்.ஏ. இடைநிலை வழியாகப் படிவாக்கம் செய்யும் வைரஸ்கள் (viruses with RNA genomes that replicate through a DNA intermediate)

குடும்பம் 1 : ரெட்ரோவைரிடே (Retroviridae) (எ.கா.) லெண்டிவைரஸ் (lentivirus)

ஏழாம் வகை (Class 7) : டி.என்.ஏ. மரபணுத் தொகுதியுள்ள ஆர்.என்.ஏ. இடைநிலை வழிடியாக படிவாக்கம் செய்யும் வைரஸ்கள் (viruses with a DNA genome that replicate through an RNA intermediate)

குடும்பம் 1 : ஹெப்பாட்னா வைரிடே (Hepadnaviridae) (எ.கா.) : ஆர்த்தோஹெப்பாட்னா வைரஸ் (ஹெப்பாடிடிஸ் பி வைரஸ்) (Orthohepadna virus - Hepatitis B virus)

II. **தாவரங்களில் பெருகும் வைரஸ்கள் (Viruses that multiply in plants)**

இரண்டாம் வகை, மூன்றாம் வகை, நான்காம் வகை மற்றும் ஏழாம் வகை (classes 2, 3, 4 and 7) மட்டுமே இவற்றில் உண்டு.

இரண்டாம் வகை (class 2) : ஓரிழை டி.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதி (ss DNA genome) உள்ள வைரஸ்கள்

குடும்பம் 1 : சிர்கோவைரிடே (Circoviridae) (எ.கா.) : நானோவைரஸ் (*Nanovirus*)

குடும்பம் 2 : ஜெமினி வைரிடே (Geminiviridae) (எ.கா.) குர்டோவைரஸ் (*Curtovirus*)

மூன்றாம் வகை (Class 3) : ஈரிழையுள்ள ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதி பெற்ற வைரியான் கூட்டுடைய ஆர்.என்.ஏ. சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் பெற்ற வைரஸ்கள்

குடும்பம் 1 : பார்ட்டிடி வைரிடே (Partitiviridae) (எ.கா.) : ஆல்ஃபாகிரிப்டோவைரஸ் (*Alphacryptovirus*)

குடும்பம் 2 : ரியோவைரிடே (Reoviridae) (எ.கா.) பிஜிவைரஸ் (Fijivirus)

நான்காம் வகை (Class 4) : நேர்நிலை உணர்வு ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத் தொகுதியுடைய வைரஸ்கள்

(அ) சமச்சீரளவுள்ள வைரியான்கள் (Isometric virions)

குடும்பம் 1 : கோமோவைரிடே (Comoviridae) எ.கா. *Comovirus*

குடும்பம் 2 : லூடியோவைரிடே (Luteoviridae) (எ.கா.) லூடியோவைரஸ் (*Luteovirus*)

குடும்பம் 3 : சீகுவிவைரிடே (Sequiviridae) எ.கா. சீகுவிவைரஸ் (*Sequivirus*)

குடும்பம் 4 : டோம்பஸ்வைரிடே (Tombusviridae) எ.கா. அவீனாவைரஸ் (*Avenavirus*)

(ஆ). சமரச்சீரளவுள்ள வைரியான்கள் மற்றும் சிறிய குச்சி வடிவ வைரியான்கள் (Isometric virions and virions that are short rods)

குடும்பம் 1 : புரோமோ வைரிடே (Bromoviridae) எ.கா. ஆல்ஃபாமோவைரஸ் (*Alfamovirus*)

(இ). விறைப்பான கோல் போன்ற வடிவுடைய வைரியான்கள் (virions that are rigid rods)

இது கீழ்கண்ட எந்த ஒரு குடும்பத்திலும் சேர்க்கப்படாதப் பேரினங்களைக் கொண்டது.

பெனிவைரஸ் (*Benyvirus*), ஃப்யூரோவைரஸ் (*Furovirus*) ஹோர்டிவைரஸ் (*Hordevirus*), பெக்ளுவைரஸ் (*Pecluvirus*), போமோவைரஸ் (*Pomovirus*), டோபாமோவைரஸ் (*Tobamovirus*), டோப்ராவைரஸ் (*Tobravirus*)

(ஈ). வளையுந்தன்மையுள்ளக் கோல் போன்ற வடிவுடைய வைரியான்கள் (virions that are flexuous rods)

குடும்பம் 1 : குளோஸ்டிரோவைரிடே (Closteroviridae) எ.கா. குளோஸ்டிரோவைரஸ் (*Closterovirus*)

குடும்பம் 2 : போடிவைரிடே (Potyviridae) எ.கா. போடிவைரஸ் (*Potyvirus*)

(உ). ஐந்தாம் வகை (Class 5) : எதிர்நிலை உணர்வு / இருமுனை உணர்வு பெற்ற ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதி (Negative sense / ambisense ss RNA genome) மற்றும் வைரியான் கூட்டுடைய ஆர்.என்.ஏ. சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் உள்ள வைரஸ்கள்

குடும்பம் 1 : பியூனியாவைரிடே (Bunya viridae) (எ.கா.) டோஸ்போவைரஸ் (*Tospovirus*)

குடும்பம் 2 : ரேப்டோவைரிடே (Rhaboviridae) (எ.கா.) சைட்டோரேப்டோவைரஸ் (*Cytorhabdovirus*)

(ஊ). ஏழாம் வகை (class 7) டி.என்.ஏ. மரபணுத் தொகுதியுள்ள ஆர்.என்.ஏ. இடைநிலை வழியாகப் படிவாக்கம் செய்யும் வைரஸ்கள் (viruses with DNA genomes that replicate through an RNA intermediate)

குடும்பம் 1 : காலிமோவைரிடே (Caulimoviridae) (எ.கா.) காலிமோவைரஸ் (*Caulimovirus*)

III. பாசிகள், பூஞ்சைகள் மற்றும் முதலுயிர்களில் பெருகும் வைரஸ்கள் (virus that multiply in Algae, Fungi and Protozoa)

முதல் வகை, மூன்றாம் வகை மற்றும் நான்காம் வகை வைரஸ்கள் (Class 1 and 4) மட்டுமே இவற்றில் உண்டு.

(அ) முதல் வகை (Class 1) : ஈரிழை டி.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதிப் பெற்ற வைரஸ்கள் (viruses with ds DNA)

குடும்பம் 1 : அடினோவைரிடே (Adenoviridae) (எ.கா.) பூஞ்சையைத்தாக்கும் ரைசிடியோவைரஸ் (*Rhizidiovirus*)

குடும்பம் 2 : பைகோ டி.என்.ஏ. வைரிடே (Phycodnaviridae) குளோரெல்லா, பாரமீசியம் மற்றும் ஹைட்ரா (*Chlorella, Paramecium* and *Hydra*) ஆகியவற்றைத் தாக்கும் வைரஸ்கள்

(ஆ) ஈரிழை டி.என்.ஏ. மரபணுத் தொகுதிப் பெற்ற வைரியான் கட்டமைப்புடன் ஆர்.என்.ஏ. சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் உள்ள வைரஸ்கள் (viruses with ds DNA and a virion - associated RNA - dependent RNA polymerase)

குடும்பம் 1 : ஹைப்போவைரிடே (Hypoviridae) எ.கா. ஹைப்போவைரஸ் (*Hypovirus*)

குடும்பம் 2 : பர்ட்டிடிவைரிடே (Partitiviridae) எ.கா. பார்ட்டிடிவைரஸ் (*Partitivirus*) கிரைஸோவைரஸ் (*Chrysovirus*)

குடும்பம் 3 : டோட்டிவைரிடே (Totiviridae) எ.கா. ஈஸ்ட்களைத் தாக்கும் டோடிவைரஸ் (*Totivirus*)

(இ) நேர்நிலையுள்ள ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதிப் பெற்ற வைரஸ்கள் (viruses with (+) ssRNA genome)

குடும்பம் 1 : பார்னாவைரிடே (Barnaviridae) எ.கா. பார்னாவைரஸ் (*Barnavirus*)

குடும்பம் 2 : நார்னாவைரிடே (Narnaviridae) எ.கா. நார்னாவைரஸ் (*Narnavirus*)

IV. ஆர்க்கேயா, பாக்டீரியா, மைக்கோபிளாஸ்மா மற்றும் ஸ்பைரோபிளாஸ்மாவில் பெருகும் வைரஸ்கள் (viruses (phages) that multiply in Archaea, Bacteria, Mycoplasma and Spiroplasma)

முதல், இரண்டு, மூன்று மற்றும் நான்காம் வகை மரபணுத் தொகுதிகளைப் (Genomes) பெற்ற வைரஸ்கள் இவற்றில் உள்ளன.

(அ) முதல் வகை (class 1) - ஈரிழை டி.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதிப் பெற்ற பாஜ்கள் (viruses (phages) with dsDNA genomes)

i) தலை-வால் வடிவம் பெற்ற வைரஸ்கள்

குடும்பம் 1 : சிபோவைரிடே (Sipoviridae) (எ.கா.) பாக்டீரியோபேஜ் T1, (Bacteriophage T1)

குடும்பம் 2 : மையோவைரிடே (எ.கா.) இரட்டைப்படை எண்ணுள்ள கோலிபாஜ்கள் (T- even coliphages, T2, T4, T6)

குடும்பம் 3 : போடோ வைரிடே (Podoviridae) (எ.கா.) T3, T7 கோலிபாஜ்கள் (coliphages T3, T7)

ii) தலை-வால் வடிவம் பெறாத வைரஸ்கள்

குடும்பம் 1 : ஃப்யூசெல்லோவைரிடே (Fuselloviridae) எ.கா. சல்சோலோபஸ் வைரஸ் 1 (Sulfolobus virus 1)

குடும்பம் 2 : டெக்டிவைரிடே (Tectiviridae) எ.கா. ஐகோஸாஹெட்ரல் அமைவுள்ள அடினோவைரஸ்கள் போன்றவை

குடும்பம் 3 : கார்ட்டிவைரிடே (Cortiviridae) எ.கா. ஆல்டிரோமோனாஸ் பாஜ் PM2 (*Altermomonas* phage PM2) (ஸுடோமோனாஸ்களைத் தாக்குபவை) (Infects *Pseudomonas*)

குடும்பம் 4 : பிளாஸ்மாவைரிடே (Plasmaviridae) எ.கா. அகோலெப்ளாஸ்மா பாஜ் L2 (*Acholeplasma* phage L2) (மைக்கோப்ளாஸ்மாக்களைத் தாக்குபவை)

குடும்பம் 5 : ரூடிவைரிடே (Rudiviridae) எ.கா. சல்போலோபஸ் வைரஸ் SIRV-1 (*Sulfolobus* viruses SIRV1)

குடும்பம் 6 : லிபோதிரிகஸ்வைரிடே (Lipothrixviridae) எ.கா. தெர்மோபுரோட்டியஸ் வைரஸ் 1 (*Thermoproteus* virus 1)

ஆ. இரண்டாம் வகை (class 2) - ஓரிழை டி.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதி பெற்ற வைரஸ்கள்

(viruses with ssDNA genomes)

குடும்பம் 1 : இனோவைரிடே (Inoviridae) எ.கா. இனோவைரஸ் (*Inovirus*)

குடும்பம் 2 : மைக்ரோவைரிடே (Microviridae) எ.கா. மைக்ரோவைரஸ் (*Microvirus*)

இ. மூன்றாம் வகை (class 3) - ஈரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதிப் பெற்று, வைரியான் - கூட்டமைப்புடைய ஆர்.என்.ஏ. சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் உள்ள வைரஸ்கள் (viruses with dsRNA gemomes and a virion - associated RNA dependent RNA polymerase)

குடும்பம் 1 : சிஸ்டா விரிடே (Cystoviridae) எ.கா. ஸுடோமோனாஸ் Q6 (*Pseudomonas* Ø6)

(ஈ). நான்காம் வகை (class 4) - நேர்நிலை பெற்ற ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதி உள்ள வைரஸ்கள் (viruses with (+) ssRNA genomes)

குடும்பம் 1 : லெவிவைரிடே (Leviviridae) எ.கா. பாக்டீரியோபாஜ்கள் R17, MS2, QB

V. சார்புத்துணை வைரஸ்களும் (Satellite viruses) விலங்குகள், தாவரங்கள், பூஞ்சைகள் மற்றும் பாக்டீரியா சார்புத்துணை நியூக்ளிக் அமிலங்களும் (Satellite Nucleic acids of Animals, Plants, Fungi and Bacteria)

1. ஈரிழை டி.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதிகளுடன் கூடிய சார்புத்துணை நியூக்ளிக் அமிலங்கள் உள்ளவை (வகை 1) (Satellite Nucleic Acids with dsDNA genomes) (Class 1)

(எ.கா.) மைகோவைரிடே துணைபுரியும் பாக்டீரியோபாஜ் P2 (என்டிரோபாக்டீரியா P4 சார்புத்துணை) (*Mycoviridae* helper bacteriophage P2) (enterobacteria P4 satellite)

2. ஓரிழை டி.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதியுடன் கூடிய சார்புத்துணை நியூக்ளிக் அமிலங்கள் உள்ளவை (வகை 2) (Satellite Nucleic Acids with ssDNA genomes (Class 2)

(எ.கா.) பார்வோவைரினே (*Parvovirinae*), டிபென்டோவைரஸ் (*Dependovirus*)

3. ஈரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதியுடன் கூடிய சார்புத்துணை நியூக்ளிக் அமிலங்கள் உள்ளவை (வகை 3) (Satellite Nucleic Acids with dsRNA genomes)

(எ.கா.) சாக்கரோமைசஸ் செரிவிஸியே எம்.வைரஸின் சார்புத்துணை (Satellite of Saccharomyces cerevisiae M.Virus)

4. நேர்நிலையுள்ள - ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதியுடன் கூடிய துணை நியூளிக் அமிலங்கள் உள்ளவை (வகை 4) (Satellite viruses with (+) ssRNA genomes) (class 4)

(எ.கா.) புகையிலை அழுகல் நோய் வைரஸின் சார்புத்துணை வைரஸ் (Tobacco necrosis virus satellite virus)

5. எதிர்நிலைப் பெற்ற ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதி உள்ள சார்புத்துணை நியூக்ளிக் அமிலங்கள் உள்ளவை. (வகை 5) (Satellite nucleic acids with (-) ssRNA genome) (class 5)

(எ.கா.) டெல்டாவைரஸ் (Deltavirus) - மனிதர்களைத் தாக்கும் ஹெபாடிக் டெல்டா வைரஸ் (Hepatitis delta virus infecting humans)

6. வரையறுக்கப்படாத ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. மரபணுத்தொகுதிப் பெற்ற சார்புத்துணை நியூக்ளிக் அமிலங்கள் (எம்.ஆர்.என்.ஏ. உருவாக்காததால் வரையறுக்கப்படாதவை எனப்படுகின்றன) (Satellite Nucleic Acids with ss RNA (unclassified as makes no mRNA)

(எ.கா.) வெல்வெட் புகையிலைப் புள்ளி வைரஸின் சார்புத்துணை ஆர்.என்.ஏ. (Velvet tobacco mottle virus satellite RNA)

IV. வைராய்டுகள் (எம்.ஆர்.என்.ஏ.) உருவாக்காததால் வரையறுக்கப் படாதவை (Viroids - unclassified as make no mRNA)

வைராய்டுகள் என்பவை சிறிய, வட்டவடிவ, தொற்றும், ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. (246-370 நியூக்ளியோடைடுகள்) பெற்ற, ஒரு பொழுதும் உறைபெறாத, துணைபுரியும் வைரஸ்கள் பெறாத, கொடிய தாவர நோயூக்கிகள்.

குடும்பம் 1 : பாஸ்பிவைராய்டே (Pospiviroidae)
(எ.கா.) உருளைக்கிழங்கு கதிர்தண்டு வைராய்டு
(Potato Spindle Tuber Viroid, PSTV)

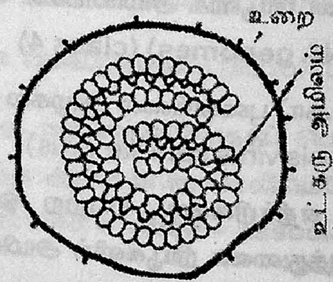
வைரஸ்களின் உருவ அமைப்பு :

வடிவம் :

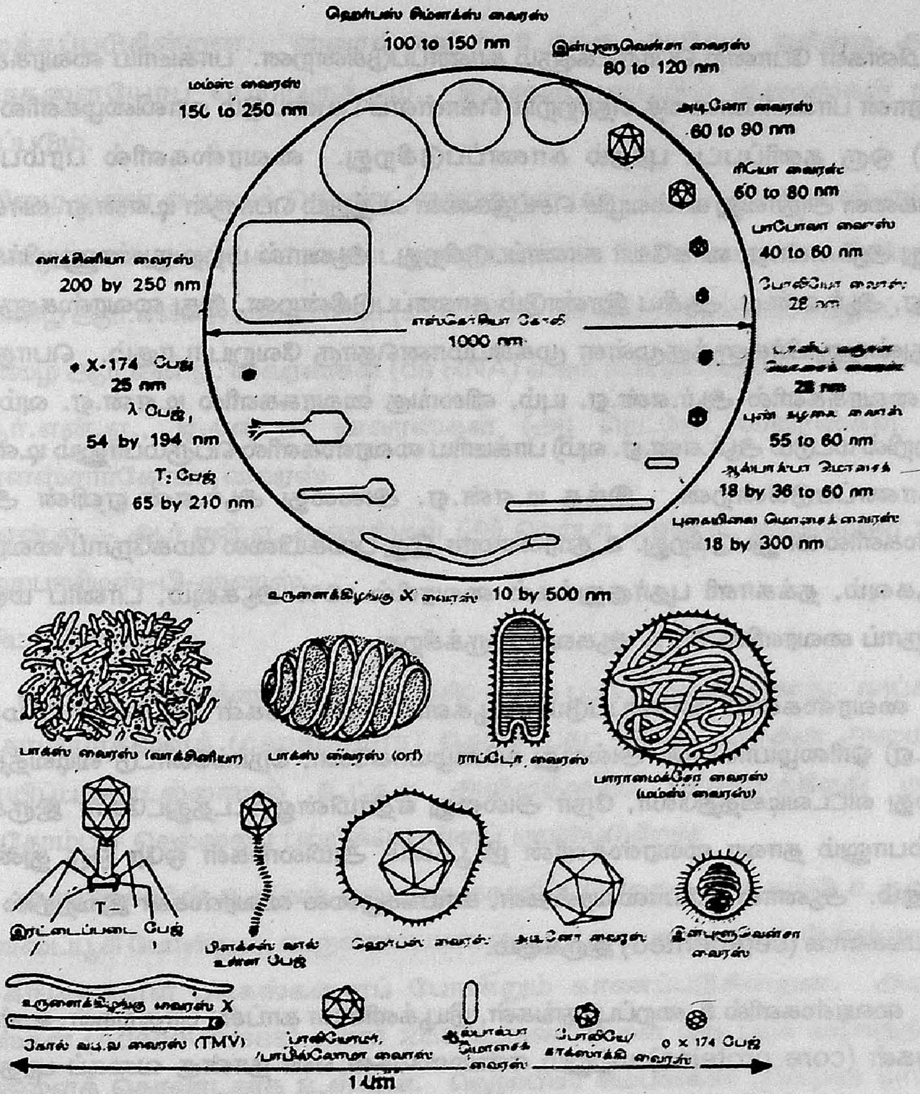
வைரஸ்கள் கோள (அ) கனச்சதுர வடிவம் (அடினோ வைரஸ்கள்) நீள் வடிவம் (உருளைக்கிழங்கு வைரஸ்கள்) வளைந்த (அ) சுருள் வடிவம் (செங்கிழங்கு மஞ்சள் வைரஸ்), துப்பாக்கிக் குண்டு வடிவம் (வெறிநாய்க்கடி வைரஸ்), இழைவடிவம் (பாக்டீரியோபாஜ் M13) மற்றும் வேறுபட்ட வடிவங்கள் (ஆல்பால்பா மொசைக் வைரஸ்) போன்று பலவடிவங்களில் காணப்படும்.

அளவு :

வைரஸ்கள் பல்வேறு அளவுகளைப் பெற்றவை. வைரஸ்கள் 20 - 30nm (விட்டம்) அளவுடையவை. வைரஸ்களின் அளவு மற்றும் அமைப்பு பலவேறுபாடுகளுடையது. எடுத்துக்காட்டாக கோல்வடிவ சிட்ரஸ் டிரிஸ்டீசா *(Citrus tristeza)* வைரஸ்கள் 2000nm வரை நீளமானவை ; மாறாக, புகையிலை நெக்ரோஸிஸ் வைரஸ் (Tobacco necrosis virus) மிகவும் சிறியதாக 17nm விட்டமுள்ளதாக இருக்கிறது.



படம். 3.10 எளிய வைரஸின் அமைப்பு



படம். 3.11 வைரஸ்களின் அளவு மற்றும் அமைப்பு

வேதியமைப்பு :

வைரஸ்கள் நியூக்ளிக் அமிலம் மற்றும் புரதம் ஆகிய மூலக்கூறுகளாலானவை. இவை தனியாகவோ அல்லது கோடிக்கணக்கான இம்மூலக்கூறுகள் சேர்ந்தப் படிகமாகவோ இருக்கும். தொற்று நோய்த்தன்மையுள்ள ஒரு வைரஸ் துகள் அல்லது வைரஸ் பகுதி வைரியான் (virion) எனப்படும். ஒரு வைரியானில் நியூக்ளிக் அமில உள்ளகமும், அதைச்சுற்றி காப்சிட் (capsid) எனப்படும் புரத உறையும் இருக்கும். ஒரு முற்றுப்பெற்ற வைரியானுக்கு நியூக்ளியோ காப்சிட் என்று பெயர். எளிய வைரஸ்களில் பாதுகாப்பான புரதப்போர்வையால் சூழப்பட்ட நியூக்ளிக் அமிலம் காணப்படுகிறது. சிலவகை வைரஸ்களில் நியூக்ளிக் புரதமும், லிபிடுகள், கார்போஹைட்ரேட்டுகள், சிலஉலோகப் பொருட்கள்,

வைட்டமின்கள் போன்ற பொருட்களும் காணப்படுகின்றன. பாக்டீரிய வைரசுகளில் ஓம்புயிரான பாக்டீரியாவைத் தொற்றிக் கொள்ளப் பயன்படும் வாலிழைகளில் (tail-fibers) ஒரு தனிப்பட்ட புரதம் காணப்படுகிறது. வைரஸ்களில் பரம்பரைக் குணங்களை அதாவது கால்வழிச் செய்திகளை கடத்தும் பொருள் டி.என்.ஏ. வாகவோ அல்லது ஆர்.என்.ஏ. வாகவோ காணப்படுகிறது. ஆனால் மற்ற நுண்ணுயிர்களில் டி.என்.ஏ, ஆர்.என்.ஏ. ஆகிய இரண்டும் காணப்படுகின்றன. இது வைரஸ்களுக்கும் மற்ற நுண்ணுயிர்களுக்குமுள்ள முக்கியமானதொரு வேறுபாடாகும். பொதுவாக தாவர வைரசுகளில் ஆர்.என்.ஏ. யும், விலங்கு வைரசுகளில் டி.என்.ஏ. வும் (ஒரு சிலவற்றில் மட்டும் ஆர்.என்.ஏ. வும்) பாக்டீரிய வைரஸ்களில் பெரும்பாலும் டி.என்.ஏ. வும் காணப்படுகின்றன. இந்த டி.என்.ஏ. அல்லது ஆர்.என்.ஏவின் அளவு வைரஸ்களில் மாறுபடுகிறது. உதாரணமாக இது புகையிலை மேகநோய் வைரஸில் 6%ஆகவும், தக்காளி புதர்குறுக்கல் வைரசில் 16% ஆகவும், டர்னிப் மஞ்சள் மேகநோய் வைரஸில் 35% ஆகவும் இருக்கிறது.

வைரஸ்களில் காணப்படும் நியூக்ளிக் அமிலங்கள் (ஆர்.என்.ஏ மற்றும் டி.என்.ஏ) ஓரிழையாகவோ அல்லது ஈரிழையாகவோ, நேர்க்கோட்டு வடிவத்திலோ அல்லது வட்டவடிவத்திலோ, நேர் அல்லது எதிர்மின்னூட்டத்துடனோ இருக்கும். பெரும்பாலும் தாவர வைரஸ்களின் நியூக்ளிக் அமிலங்கள் ஒரே ஒரு துண்டாக இருக்கும். ஆனால் ரியோவைரஸ்கள், காயக்கழலை வைரஸ்கள் இவற்றில் பலத் துண்டங்களாக (segmented) இருக்கும்.

வைரஸ்களில் உறைப்புரதங்கள், நியூக்ளியோ காப்சிட் புரதங்கள், உள்ளகப் புரதங்கள் (core proteins) மற்றும் என்ஸைம்கள் என நான்கு வகைப் புரதங்கள் உள்ளன. வைரஸ்களிலுள்ள கார்போஹைட்ரேட்டுகள், ஓம்புயிர்களிலிருந்தோ (எ.கா. ஆர்போ வைரஸ்), அல்லது வைரஸின் மரபணுத்தொகுதியிருந்தோ (எ.கா. வாக்சீனிய வைரஸ்) பெறப்பட்டிருக்கும்.

உருவமைப்பு :

வைரஸ்கள் எளிய அமைப்புடையவை. இவற்றை ஒளி நுண்ணோக்கி மூலம் காண இயலாது. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி மூலம் மட்டுமே காண இயலும். இவை உட்கரு அமிலத்தை (டி.என்.ஏ. அல்லது ஆர்.என்.ஏ. வை) நடுப்பகுதியாகக் கொண்டவை. ஆனால் விலங்குகளில் புற்றுநோயைத் தோற்றுவிக்கும் ரௌஸ்சார்கோமா வைரஸ் (Raus sarcoma virus) இரு உட்கரு அமிலங்களையும் கொண்டுள்ளதாக அறியப்பட்டுள்ளது. டி.என்.ஏ. வைக் கொண்டுள்ள வைரஸ் டியாக்ஸி வைரஸ் அல்லது டி.என்.ஏ. வைரஸ் என்றும், ஆர்.என்.ஏ. வைக் கொண்டுள்ள வைரஸ் ரிபோவைரஸ் அல்லது ஆர்.என்.ஏ. வைரஸ் என்றும்

அழைக்கப்படுகின்றன. வைரஸ்களின் உட்கரு அமிலம் ஓரிழை அல்லது ஈரிழைகளையோப் பெற்றிருக்கும். இதனடிப்படையில் வைரஸ்கள் நான்கு வகைப்படும்.

1. ஓரிழை டி.என்.ஏ. யைக் கொண்ட வைரஸ்கள் (ss DNA) எ.கா. கோலிபாஜ்
2. ஈரிழை டி.என்.ஏ. யைக் கொண்ட வைரஸ்கள் (ds DNA) எ.கா. வாக்சினியா
3. ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ. வைரஸ்கள் (ss RNA) எ.கா. புகையிலை மேகநோய் வைரஸ்
4. ஈரிழை ஆர்.என்.ஏ. வைரஸ்கள் (ds RNA) எ.கா. ரியோவைரஸ்
5. ஆர்.என்.ஏ., டி.என்.ஏ. வைரஸ்கள் (அ) ரெட்ரோ வைரஸ்கள் எ.கா. ரௌஸ்சார்கோமா வைரஸ்
6. டி.என்.ஏ. - ஆர்.என்.ஏ. வைரஸ்கள் (அ) ஹெபா டி.என்.ஏ. வைரஸ்கள் : எ.கா. ஹெபாடிடிஸ்-பி-வைரஸ்

காப்சிட் (Capsid) :

உட்கரு அமிலத்தைச் சுற்றி காப்சிட் என்ற புரத உறை உள்ளது. காப்சிட் பல காப்சோமியர்களைக் (capsomers) கொண்டது. இது வைரசின் அமைப்பை நிர்ணயிப்பதோடல்லாமல் உட்கரு அமிலத்தைப் பாதுகாக்கிறது மற்றும் விருந்தோம்பிச் செல்லைப் பற்றிக்கொள்ளப் பயன்படுகிறது.

வைரஸ்களின் உருவம் பலவாறு காணப்படுகிறது. சில கம்பி உருவிலும், கொண்டையூசி போன்றும், உருண்டையாகவும், தட்டையானத் தகடு போன்றும், சில பலமுகங்களுள்ள படிகங்களைப் போன்றும் காணப்படுகின்றன. அடினோ வைரஸ்கள் (Adenoviruses) சுமார் 252 உருண்டைகள் ஒரு படிக வடிவத்தில் 20 முகங்களைக் கொண்டதாக உள்ளன. ஹெர்பிஸ் சிம்ப்ளக்ஸ் (Herpes simplex) என்ற வைரஸில் 162 புரதக் கம்பிகள் பல முகங்களையுடைய புரத அமைப்பில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக வைரஸ்கள் மூன்று வகை சீரமைப்பினைக் கொண்டுள்ளன. (பட்டியல் 3.3)

1. பல பட்டை கன வடிவு அல்லது பாலிஹெட்ரஸ் சீரமைப்பு
2. திருகுசுழல் அல்லது உருளைவடிவ சீரமைப்பு
3. சிக்கலான சீரமைப்பு

1. பலபட்டை கனவடிவு அல்லது பாலிஹெட்ரஸ் சீரமைப்பு (Polyhedral symmetry)

இவற்றில் மூன்று வகைகள் உண்டு.

அ. நான்கு பக்கங்கள் கொண்டவை (Tetra hedral)

ஆ. எட்டு பக்கங்கள் கொண்டவை (Dcta hedral)

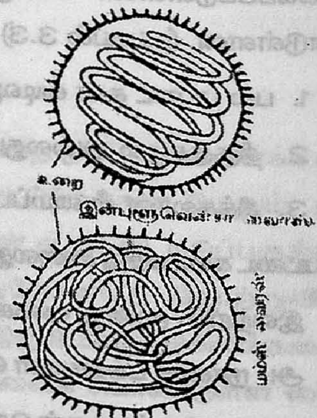
இ. இருபது பக்கங்கள் கொண்டவை (Icosa hedral)

PHI X 174
12 காப்சோமியர்கள்
பென்டாமியர்
ஹெக்சாமியர் அடினோ வைரஸ்
32 காப்சோமியர்கள்
டர்னிப் மஞ்சள் மொசைக் வைரஸ்
(TYMV)
RNA
162
டர்னிப் மஞ்சள் மொசைக் வைரஸ் காப்சோமியர்கள்
ஹெர்பஸ் வைரஸ்
ஐகாசோஹெட்ரல் (பாலிஹெட்ரல்) சீரமைப்பு

படம். 3.12 பாலிஹெட்ரல் வைரஸ்கள்

2. திருகுச்சுழல் (அ) உருளை வடிவச் சீரமைப்பு (Helical or cylindrical symmetry)

மத்திய அச்சினைச் சுற்றி திருகு சுழலாக அமைந்துள்ளன. மேற்கண்ட பாலிஹெட்ரல் மற்றும் உருளைவடிவ சீரமைப்புடைய வைரஸ்கள் உறைசூழ் காப்சிட்கள் (enveloped capsids) அல்லது உறைசூழா காப்சிட்களைக் (naked capsids) கொண்டுள்ளன. உறைசூழா காப்சிட் உள்ள பாலிஹெட்ரல் சீரமைப்பைப் பெற்ற வைரஸ்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாக போலியோ வைரஸ்களையும், உறைசூழ் காப்சிட் உள்ள பாலிஹெட்ரல் சீரமைப்புடைய வைரஸ்களுக்கு ஹெர்பஸ் வைரஸ்களையும், உறைசூழா காப்சிடுடைய உருளை வடிவ சீரமைப்பை பெற்ற வைரஸ்களுக்கு புகையிலை மொசைக் வைரஸ்களையும், உறைசூழ் காப்சிடுடைய உருளையான சீரமைப்பைப் பெற்ற வைரஸ்களுக்கு இன்புளுயன்சா வைரஸ்களையும் உதாரணமாகச் சொல்லலாம்.



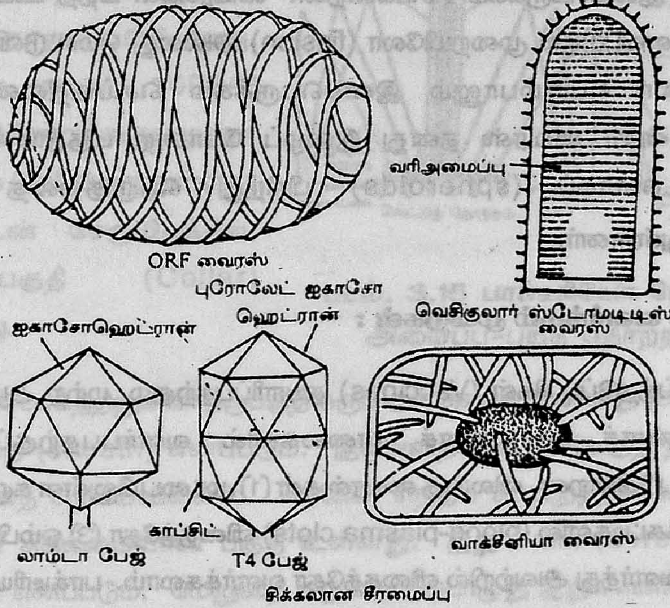
படம். 3.13 திருகுசுழல் வைரஸ்கள்

3. சிக்கலான சீரமைப்பு (Complex symmety)

இது இருவகைப்படும்.

அ. காப்சிட்களற்ற வைரஸ்கள் எ.கா. : வாக்சீனியா வைரஸ்

ஆ. காப்சிட்கள் மற்றும் இதனுடன் இணைந்துள்ளப் பகுதிகளையுடைய வைரஸ்கள் எ.கா. : டி வரிசை பாஜ்கள்.



படம். 3.14 சிக்கலான சீரமைப்புள்ள வைரஸ்கள்

பட்டியல் 3.3. வைரஸ்களின் சீரமைப்பு

சீரமைப்பு	வைரஸ் தொகுதி	காப்சோமியர்களின் எண்ணிக்கை	காப்சிட் அளவு (A^0)	உட்கரு அமிலம்
பாலிஹெட்ரஸ் வடிவம்	அடினோவைரஸ்	252	700 - 750	DNA
	ஹெர்பஸ் வைரஸ்	162	1000	DNA
	புண்கழலை	92	1000	RNA
	பாலியோமா	42	450	DNA
	டர்னிப் மஞ்சள்மொசைக்	32	280-300	RNA
திருகுசுழல்	புகையிலை மொசைக்	200	3000 x 170	RNA
வடிவம்	அம்மை வைரஸ்	-	170 (விட்டம்)	RNA
	இன்புளுயென்சா	-	90 - 100(விட்டம்)	RNA
சிக்கலான	டி.இரட்டைப்படை	-	1000-800	DNA
வடிவம்	பாக்டீரியோபேஜ்	-	2600-1600(தலை)	DNA
	வாக்சீனியா	-	3030 x 2400	DNA

வைரஸ்களின் இனப்பெருக்கம் :

வைரஸ்கள் தாமே இனப்பெருக்கம் செய்து கொள்ளும் தன்மையற்றவை. ஓம்புயிர்ச் செல்களில் ஆக்கச் சிதைவுச் செயல்களை தனக்குத் தேவையான முறையில் இயங்கச் செய்து தன்னைப் போன்ற மறுபதிப்புகளை (replicants) உண்டாக்கி இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. வைரசுகள் மற்ற உயிர்ச் செல்களைப் போன்று பிளவுபடுதல் முறையிலோ (fission) அல்லது மொட்டுவிடுதல் (budding) முறையிலோ பெரும்பாலும் இனப்பெருக்கம் செய்வதில்லை. ஆனால் இன்புளுயன்சா வைரஸ் தனது இழைப் போன்ற பகுதியிலிருந்து சிறுசிறு உருண்டைகளாகப் (spheroids) பிரிந்து பெருகுவதை அண்மையில் கண்டறிந்துள்ளனர்.

வைரஸை வளர்க்கும் முறைகள் :

நோய்த்தடுப்பூசிகள் (Vaccines) தயாரிப்பதற்கும், மற்ற ஆராய்ச்சிகளுக்கும் வைரஸ்களைச் சோதனைச் சாலைகளில் வளர்ப்பதற்குப் பலமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன. விலங்கு வைரஸ்கள் (1) முட்டையிலுள்ள கருவில் விதைத்தோ (2) இரத்தக்கட்டிகளில் (blood-plasma clots) விதைத்தோ (3) ஓம்பியிர்த்திசுக்களைத் தனியாக வளர்த்து அவற்றில் விதைத்தோ வளர்க்கலாம். பாக்டீரியக் கொல்லிகளை ஓம்புயிர் பாக்டீரியாவை வளர்த்து அவற்றில் விதைத்து வளர்க்கலாம். தாவர வைரஸ்களை (1) ஓம்புயிர்த்தாவரத்தில் விதைத்தோ அல்லது (2) ஓம்புயிர்த் தாவரத்தின் தேவையான திசுவைத் தனியாகச் சோதனைச் சாலையில் வளர்த்துப் பின் அவற்றில் வைரஸை விதைத்தோ வளர்க்கலாம்.

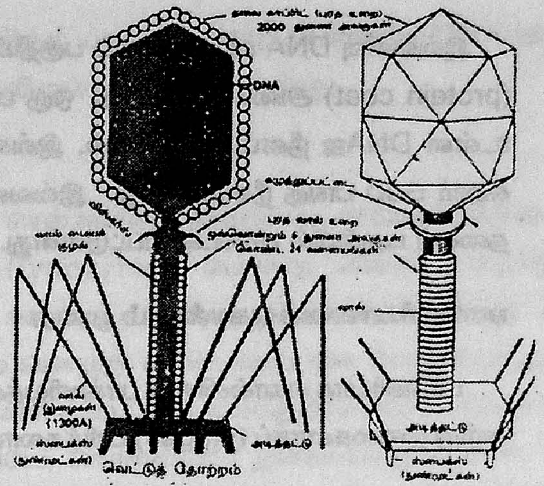
பாக்டீரியாக்கொல்லிகள் (Bacteriophages)

பாக்டீரியாக் கொல்லிகள் 1915-1917ஆம் ஆண்டுகளில் ட்வோர்ட் (Twort), டி ஹெரல்லி (d'Herelle) என்ற இரு விஞ்ஞானிகளால் தனித்தனியாகக் கண்டுபடித்துக் கூறப்பட்டன. இந்நுண்ணுயிர்கள் பாக்டீரியத்தைத் தொற்றி அதைக் கொல்வதால் பாக்டீரியாக் கொல்லி என அழைக்கப்படுகின்றன.

உருவ அமைப்பு

பொதுவாக பாக்டீரியாக் கொல்லிகளின் உருவ அமைப்பு ஒத்திருந்தாலும், சில சிறியனவாகவும் சில பெரியனவாகவும் உள்ளன. நம் குடலுறுப்புகளில் காணப்படும் எஸ்சரிசியா கோலை எனும் பாக்டீரியத்தைக் கொல்லும் பாக்டீரியாக் கொல்லிகள்தாம் பெரிதளவு ஆராயப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் T_2 எனப்படும் சிற்றினத்தின் எலக்ட்ரான் நுண்பெருக்காடி மூலம் காணப்படும் உருவ அமைப்பைப் படத்தில் காணலாம். (படம் 3.15)

இவ்வுருவத்தில் சுமார் 1000A⁰ நீளமும், 650A⁰ குறுக்களவும் கொண்ட (1 ஆங்ஸ்ட்ராம் (Angstrom) என்பது ஒரு மில்லி மீட்டரின் ஒரு கோடியில் ஒரு பங்கு) அறுகோணப் படிவத்தைப் போன்ற (hexagonal) தலை காணப்படுகின்றது. இத்தலையுடன் சுமார் 1000A⁰ நீளமும், 200A⁰ குறுக்களவுமுள்ள ஒரு நீண்ட வால் (tail) சேர்ந்துள்ளது. இது தலையுடன் சேருமிடத்தில், கழுத்துப் பகுதி (Collar) அமைந்துள்ளது.



படம். 3.15 பாக்டீரியோ பேஜின் அமைப்பு-புறத் தோற்றம்

வாலின் மேல் பாகத்திலுள்ள ஒருபகுதி சுருங்கும் தன்மையுள்ளது (contractile), இது மேல் உறை (sheath) எனப்படும். இவ்வுறையின் மேற்பகுதி தலையுடன் சேர்ந்திருப்பதாகத் தெரியவில்லை. வாலின் நெடுக உட்புறத்தில் சுமார் 70A⁰ குறுக்களவுள்ள திண்மையான பகுதி உள்ளது. இது கோர் (core) அல்லது மையத்திண்மை எனப்படும். மேலுறை சுருங்கும் பொழுது இது வெளியே நீண்டு காணப்படுகின்றது. இந்த மையத் திண்மையின் மையத்தில் சுமார் 25A⁰ குறுக்களவு உள்ள ஒரு நீளக்குழாய் வாலின் நீளப்போக்கில் அமைந்து தலையையும், வாலையும் சேர்க்கின்றது. ஆகவே, மையத்திண்மையும் சுருங்கும் தன்மையுள்ள மேலுறையும் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாகப் போர்த்தப்பட்டுள்ள குழாய்கள் போல் காணப்படுகின்றன. மையத்திண்மையின் மேல்முனை தலையுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. அடிமுனை அறுகோண வடிவமுள்ள ஓர் அடித்தட்டுடன் (base plate) சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அடித்தட்டிலிருந்து குட்டையான ஆறு முட்டைகளும் (spikes), நீளமான ஆறு வாலிழைகளும் (tail fibres) நீண்டு காணப்படுகின்றன. வாலிழைகள் சுமார் 1300A நீளமும் 20A⁰ குறுக்களவும் கொண்டவை. பாக்டீரியாக் கொல்லியின் பருமன், பாக்டீரியாவின் பருமனில் சுமார் 1/1000 மடங்கு இருக்கிறது.

வேதிக் கூட்டமைப்பு :

பாக்டீரியாக் கொல்லிகள், புரதம், டியாக்சி ரிபோநியூக்ளியிக் அமிலம் (DNA) என்ற இரு வேதிக் கூட்டுப் பொருள்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. பாக்டீரியக் கொல்லியின் எடை சுமார் $5x10^{-18}$ கிராம் உள்ளது. இதில் நூற்றுக்குச் சுமார் 60 பங்கு புரதமும், 40 பங்கு DNA வும் உள்ளன. இந்த அளவுகள் வெவ்வேறு பாக்டீரியாக் கொல்லிகளில் சிறிது மாறுபடுகின்றன.

இவ்வளவு DNA-வும், தலைப் பகுதியின் பாதுகாப்பான புரதப் போர்வையினுள் (protein coat) அமைந்துள்ளது. ஒரு பாக்டீரியாக் கொல்லியின் தலைப்பகுதியில் உள்ள DNAஐ நீளப்படுத்தினால், இவ்விழை தலைப்பகுதியின் நீளத்தைப்போல் சுமார் 500 பங்கு நீளமுள்ளது. இவ்வளவு நீண்ட இழை, மிகுந்த அழுத்தத்துடன் தலைப் பகுதியில் அடைக்கப்பட்டுள்ளது.

பாக்டீரியாவைக் கொல்லும் முறை

பாக்டீரியாக் கொல்லி ஒரு பாக்டீரியத்தைத் தொற்றி அதைக் கொல்லும் செயலை ஐந்து நிலைகளாகப் (stages) பிரிக்கலாம். அவை,

1. ஒட்டுதல் (adsorption)
2. உட்புகுதல் (penetration)
3. செல்லினுள் வளர்ச்சி (intracellular development)
4. முதிர்தல் (maturation)
5. கரைத்தல் (lysis)

என்பன.

ஒட்டுதல்

பாக்டீரியாக் கொல்லியின் தொற்றும் செயல் ஓம்புயிர்க் குறிப்பையும் (host specificity), பாக்டீரியத்தின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் எதிர்ப்பு ஊக்கிப் (antigen) பொருளையும் பொறுத்துள்ளது. இவற்றினால் தான் ஒரு குறிப்பிட்ட பாக்டீரியாக் கொல்லி இனம் குறிப்பிட்ட பாக்டீரிய இனத்தைத் தொற்றும் தன்மைப் பெறுவதாகத் தெரிகின்றது. பொதுவாக, ஒரு பாக்டீரியத்தை ஒரு கொல்லி தொற்றிய பிறகு வேறொரு கொல்லி அதைத் தொற்றுவதில்லை. ஒட்டுதலில், இவ்விரு உயிர்களின் எந்தெந்த உறுப்புகள் செயல்படுகின்றன? பாக்டீரியச் செல்லின் உட்சோற்றைச் சுற்றி இரு சவ்வுகள் (membranes) உள்ளன. இவை, மேற்புறத்திலுள்ள கெட்டியான சுவரும் அதனடியிலுள்ள மெல்லிய சவ்வுமாகும். செல்சுவரின் உட்புறத்தில் அமைந்துள்ள ஒருவகை சர்க்கரைப் பொருள் தான் பாக்டீரியக் கொல்லி வாங்கிகளாகச் செயல்பட்டு, ஒட்டுதலில் துணை செய்வதாகத் தெரிகின்றது. கொல்லியின் வாலிழைகளும் ஒட்டுதலுக்குப் பயன்படுகின்றன. ஆனால், கொல்லியின் வாலிலுள்ள அடித்தட்டும், முட்களும் எவ்வாறுப் பயன்படுகின்றன என்பது இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. பாக்டீரியக் கொல்லியின் DNA பகுதிதான் தொற்றல் தன்மையும் தன் பெருக்கம் செய்யும் தன்மையும் பெற்றதென்பது ஹெர்சி மற்றும் சேஸ் (Hershey and Chase) என்ற இரு

விஞ்ஞானிகளால் 1952-ல் நிரூபிக்கப்பட்டது. புரதப் போர்வை DNA-விற்குப் பாதுகாப்பாக அமைவதுடன் ஒட்டுதலிலும் துணை புரிகின்றது.

உட்புகுதல்

பாக்டீரியாக் கொல்லி, ஓம்புயிர்ச் செல் சுவரில் தொற்றியவுடன் கொல்லியின் வால் பகுதியிலிருந்து லைசோசைம் (lysozyme) போன்ற கரைப்பு நொதிகள் உண்டாக்கப்பட்டு, பாக்டீரியச் செல் சுவரைக் கரைக்கத் துணை செய்கின்றது. அதே சமயம், செல் சுவர் கரைக்கப்படும் பொழுது உண்டாகும் சில வேதிப்பொருட்கள், மேலுறையைச் சுருங்கச் செய்து, கோர் எனப்படும் மையத்திண்மை செல்சுவரினுள் செலுத்தப்படுகின்றது. இதன் வழியே, கொல்லியின் தலைப்பகுதியிலுள்ள DNA பாக்டீரியச் செல்லினுள் செலுத்தப்படுகிறது. நீளமான இழை போன்ற இந்த DNA எவ்வாறு செல்லினுள் சுமார் ஒருநிமிட நேரத்திற்குள் செலுத்தப்படுகின்றது என்பது இன்னும் புரியாதப் புதிராகும். DNA செல்லினுள் சென்ற பிறகும், அதைப் போர்த்தியிருந்தப் புரதப் போர்வை முன்போலவே ஓம்புயிரின் மேல் ஒட்டிக் கொண்டு காணப்படும். இது கோஸ்ட் (அ) பேய்நிலை (ghost phenomenon) எனப்படுகின்றது.

செல்லினுள் வளர்ச்சி

பாக்டீரியக் கொல்லியின் வளர்ச்சி அதன் DNA-வின் வளர்ச்சியைப் பொறுத்தேயுள்ளது. இது பாக்டீரியச் செல்லினுள் நுழைந்தவுடன் படிப்படியாகத் தன் பெருக்க வேலையைத் துவங்கிவிடுகின்றது. முதலில், ஓம்புயிர்ச் செல்லின் செயல்களை அழித்து அதன் ஆக்கச் சிதைவுச் செயல்களைத் தன் ஆணைக்குக் கட்டுப்படும்படித் தன் வசப்படுத்துகின்றது. DNA -வில் தான் கால்வழிச் செய்திகள் அடங்கிய பண்பகங்கள் (genes) அமைந்துள்ளன என்பது முன்பே கூறப்பட்டுள்ளது: இவற்றின் ஆணையினால்தான் நொதிகள் மற்றும் புரதங்கள் செல்லினுள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பாக்டீரியத்தின் ஆக்கச்சிதைவுச் செயல்கள், அதன் DNA-விலுள்ள கால்வழிச் செய்தியின் ஆணைப்படிதான், பல பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றன. ஆனால், கொல்லியின் DNA-விலுள்ள கால்வழிச் செய்தி வேறானது. ஆகையால், கொல்லியின் DNA உற்பத்தி செய்யும் ஒருவகை நொதி, பாக்டீரிய DNA-வின் செயலை அழித்து அதனால் கிடைக்கும் நியூக்ளிக் அமிலங்களைத் தன்னுடைய DNA-வைப் பெருக்கிக் கொள்ளப் பயன்படுத்துவதோடல்லாமல், செல்லின் ஆக்கச் சிதைவுச் செயல்களையும் தன் DNA-வின் ஆணைக்குட்படுத்திவிடுகின்றது. இந்தச் செயல்கள் ஒருசில நிமிட நேரத்தில் நிகழ்ந்துவிடுகின்றன. இந்த நிலையில் உள்ள பாக்டீரியாக் கொல்லியின் DNA தன் தொற்றும் தன்மையை இழந்து வளர்ச்சி நிலையில் (Vegetative stage) இருக்கின்றது. இது எக்லிப்ஸ் காலம் (Eclipse period) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த நிலை சுமார் 12 நிமிடங்கள் வரை நீடிக்கின்றது.

முதலில் பாக்டீரியாக் கொல்லியின் DNA, தன் பெருக்கத்திற்குத் தேவையான அளவு DNAவைத் தயார் செய்து கொள்கின்றது. அதுவரை அதன் DNA புரதப் போர்வையால் மூடப்படுவதில்லை. எக்லிப்ஸ் காலத்திற்குப் பிறகு, இந்த DNA -வைத் தனியே பிரித்தெடுத்து ஆராய்ந்ததில், இது தொற்றும் தன்மை பெற்றிருந்தது. இத்தகைய DNA தயாரிப்பும், கொல்லியின் வால்புரதத் தயாரிப்பும், சுமார் 24 நிமிடங்கள் வரை நிகழ்கின்றன. இது கொல்லியின் உள்ளுறைக் காலம் (latent period) என்று கூறப்படும்.

முதிர்தல் :

பாக்டீரியச் செல்லினுள் தனித்தனியாக உள்ள கொல்லியின் DNA, அதைப் போர்த்தும் புரதம், வால்புரதம் முதலிய பொருள்களை ஒன்று சேர்த்து, பாக்டீரியாக் கொல்லிகளை உருவாக்குவது தான் முதிர்ச்சிக் காலத்தில் நிகழ்கின்றது. இந்தச் செயல்கள் எவ்வாறு நிகழ்கின்றன என்பது இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. தவிர DNA எவ்வாறு கொல்லியின் தலையான புரதப் போர்வைக்குள் அழுத்தி வைக்கப்படுகின்றது என்பதும் மிக்க வியப்பை அளிப்பதாகும். முதிர்ச்சிப் பருவத்திற்கு முன்பு காணப்படும் DNA நீர் நிறைந்து (hydrated), பரிமாணத்தில் அதிகமாகவும், பின்பு முதிர்ச்சிக் காலத்தில் நீர் குறைந்து (dehydrated) முன்பிருந்ததில் சுமார் 1/15 பங்கு பரிமாணம் குறைந்தும் காணப்படுகின்றது. DNA பரிமாணம் குறைந்துள்ள இந்நிலையில் புரதப் போர்வையால் மூடப்பட்டுப் பின்பு நீர் நிறைந்த நிலைக்கு மாறலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. பாக்டீரியக் கொல்லியின் உருவ அமைப்பு, அதன் DNA-விலுள்ள சுமார் 40-க்கு மேற்பட்ட பண்பகங்களின் செயல்களால், நிகழ்வதாகக் கருதப்படுகின்றது.

கரைத்தல் :

முதிர்ச்சிக் காலம் முடிந்தவுடன், பல முதிர்ந்த கொல்லிகள் பாக்டீரியச் செல் வெடித்து வெளிவரக் காத்துக் கொண்டிருக்கின்றன. கொல்லிகளின் வால் புறத்தில் உண்டாக்கப்படும் கரைக்கும் நொதியான லைசோசைம், பாக்டீரியச் செல்சுவரைக் கரைத்துக் கொல்லிகள் வெளிவரத் துணை செய்கின்றது. ஒரு பாக்டீரியச் செல்லிலிருந்து சுமார் 100-200 கொல்லிகள் வெளிப்படுகின்றன ; பாக்டீரியத்தின் வாழ்வும் இத்துடன் முடிவடைகின்றது. வெளிவந்த பாக்டீரியக் கொல்லிகள் ஒவ்வொன்றும் புதிய ஓம்புயிர் பாக்டீரியத்தைத் தேடிச் செல்கின்றன. இந்நிகழ்ச்சிகள் யாவும், கொல்லி பாக்டீரியத்தைத் தொற்றியதிலிருந்து சுமார் 20-லிருந்து 30 நிமிடங்களுக்குள் நிகழ்ந்து விடுகின்றன.

பாக்டீரியத்தைத் தொற்றி அதனைக் கரைத்துக் கொண்டு வெளிவராமல், செல்லினுள்ளேயே உறையும் பாக்டீரியாக் கொல்லி வகைகளும் உள்ளன. இவை

டெம்பரேட் கொல்லிகள் (temperate phages) எனப்படும். பாக்டீரியச் செல்லைக் கரைத்துக் கொண்டு வெளிவரும் வகை வீரியமிக்க கொல்லிகள் (Virulent phages) எனப்படுகின்றன. முன்வகையைச் சேர்ந்தவை ஒரு சில ஊக்குவிக்கும் (induction) சக்திகளால் தான் பாக்டீரியத்தைக் கரைத்துக்கொண்டு வெளிவரும் தன்மையைப் பெறுகின்றன. இத்தகைய ஊக்கும் சக்திகளில், புறஊதாக் கதிர்கள் (ultra violet rays) முக்கியமானவை. உள்ளுறைக் கொல்லிகளைக் கொண்ட பாக்டீரியாவை லைசோஜெனிக் (Lysogenic) பாக்டீரியா என்கிறோம். இவற்றைச் சிறிது நேரம் புற ஊதாக்கதிர் வீச்சிற்கு உட்படுத்தினால், அக்கொல்லிகள் வீரியம் பெற்று, பாக்டீரியச் செல்களைக் கரைத்துக் கொண்டு வெளிவரும் தன்மையைப் பெறுகின்றன.

நுண் பெருக்காடி மூலம் காணமுடியாத நுண்ணிய இந்த பாக்டீரியாக் கொல்லிகள், பாக்டீரியாவைக் கரைத்துக் கொல்வதை நாம் காணச் சோதனை முறைகள் உள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானதொன்று பின்வருமாறு : பாக்டீரியா நன்கு வளரத்தக்க வேதிப்பொருட்கள் சேர்க்கப்பட்ட திடக் கலவையை ஒரு பெட்ரி-தட்டில் (petri-dish) ஊற்றிய பிறகு எஸ்சரிசியா கோலைப் போன்ற ஓம்புயிர்ச் செல்களையும், அதைவிடக் குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள, தனியாக இவ்வோம்புயிரின் மேல் வளர்க்கப்பட்ட அதன் கொல்லிகளையும் கலந்து 12-லிருந்து 18 மணிநேரம் 37^{o}செ.கி. வெப்பத்தில் வைத்திருந்தால், பால் வெண்மை நிறமான பெட்ரி-தட்டின் கலவைப் பரப்பில் பாக்டீரியா வளர்ந்திருப்பதையும், அப்பரப்பில் நடுநடுவே பாக்டீரியா கரைக்கப்பட்ட வெற்றிடங்களையும் (lytic spots) காணலாம். இவ்வாறு செல்கள் கரைக்கப்பட்ட வெற்றிடங்கள் ப்ளேக்குகள் (Plaques) எனப்படும். இவற்றின் மூலம் ஒரு கொல்லியிலிருந்து பெருகிய பல்லாயிரக்கணக்கான பாக்டீரியாக் கொல்லிகளின் வளர்ச்சியையும், அவற்றின் எண்ணிக்கையையும் அறியலாம். கொல்லிகளைப் பிரித்தெடுக்கவும் (isolation) இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

இயற்கையில் பாக்டீரியா நிறைந்துள்ள இடங்களிலெல்லாம் அதன் கொல்லிகளும் காணப்படுகின்றன. மண், சாக்கடை நீர் போன்றவற்றில் பாக்டீரியாக் கொல்லிகள் மிகுந்துள்ளன. கொல்லியின் அமைப்பில் அதன் கால்வழிச் செய்திகளடங்கியப் பண்பகங்களைக் கொண்ட DNA முக்கியப் பங்கு வகிப்பதனாலும், அவைகளின் இனப்பெருக்கத்திற்குச் சில நிமிடங்களே தேவைப்படுவதனாலும், இவைகள் கால்வழி இயல் ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பாக்டீரியாக் கொல்லிகளின் மூலமே பண்பகங்களின் மிக நுண்ணிய அமைப்பும் (ultra structure) பண்புகளும் கண்டறியப்பட்டன. இவற்றின் கண்டுபிடிப்பிற்குப் பிறகே உயிர் மூலக்கூறு இயல் (molecular biology) பெரிதும் வளர்ச்சியடைந்ததெனில் மிகையாகாது.

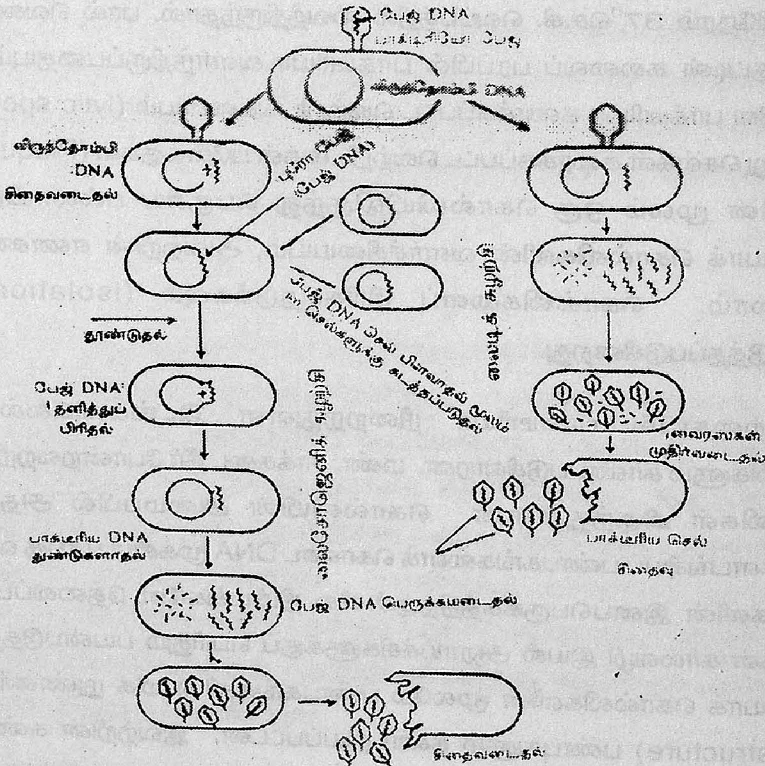
இடையீடு மாற்றம் அல்லது டிரான்ஸ்டக்சன் (Transduction) :

ஓர் உயிரிலுள்ள பண்பகங்களை அவ்வுயிரைத் தாக்கும் வைரசு ஏற்று மற்றோர் உயிருக்குப் பரிமாறுதல் இடையீடு மாற்றம் அல்லது டிரான்ஸ்டக்சன் (transduction) எனப்படும். இத்தகைய இடையீடு மாற்றங்கள் மூலம் பாக்டீரிய இனங்கள் நுண்ணுயிரி எதிர்ப் பொருளைத் எதிர்க்கும் சக்தியையோ (antibiotic resistance) அல்லது வேறுபல புதிய நிலைமாற்றங்களையோ பெறுகின்றன. பரிசோதனைகள் மூலம் பின்வரும் உண்மைகள் தெரியவந்துள்ளன.

1. பாக்டீரியக் கொல்லிகள் ஒரு பாக்டீரியத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்குப் பண்பகங்களைப் பரிமாறுகின்றன.

2. புதியப் பண்பகம் ஒரு பாக்டீரியச் செல்லில் அமையும் போது அதிலிருந்த பழையப் பண்பங்களிலொன்றை அப்பாக்டீரியம் இழக்கிறது.

3. பாக்டீரியாவின் எந்தப் பண்பகமும் பரிமாறப்படலாம். பொதுவாக வைரசு ஓம்புயிர்களிடையே பரவும் போது சுமார் 10,000க்கு ஒன்றில் இடையீடு மாற்றம் நிகழ்கிறது.



படம். 3.16 பாக்டீரியோ பேஜின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி

வைரஸின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி :

பாக்டீரியோபேஜ்கள் 3 நிலைகளில் உள்ளன. அவை வைரியான் (virion), தாவரநிலை (vegetative phaze), புரோபேஜ். வைரியான்கள் செயலற்ற துகள்கள், புரத அடுக்கு சூழ்ந்த உட்கரு அமிலம் உடையவை. தாவரநிலை, புரோபேஜ் ஆகியவை உட்கரு அமிலம் கொண்டவை. விருந்தோம்பி செல்லினுள் பெருக்கமடையும் திறனுடையவை. வைரஸ்கள் இரு வகையான வாழ்க்கைச் சுழற்சி உடையவை.

1. லைடிக் சுழற்சி அல்லது வளர் சுழற்சி
2. லைசோஜெனிக் சுழற்சி

1. லைடிக் சுழற்சி (Lytic Cycle)

வைரஸ்கள் விருந்தோம்பி செல்லைத் தாக்கி, அதனுள் பெருக்கமடைகின்றன. இதனால் விருந்தோம்பி செல் அழிக்கப்படுகிறது. எனவே இச்சுழற்சி லைடிக் (சிதைத்தல்) சுழற்சி எனப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் இச்சுழற்சியின் முடிவில் நூற்றுக்கணக்கான பேஜ்கள் உருவாகின்றன. எனவே இதற்கு வளர்சுழற்சி எனப்பெயர். இவ்வகை வைரஸ் தொற்றுமுறை வீரியத் தொற்றுமுறை (Virulent infection) எனப்படும். (உ.ம்.) T2, T4, T6 பேஜ்கள். இச்சுழற்சி பின்வரும் நிலைகளைக் கொண்டது.

1. விருந்தோம்பி செல்லுடன் ஒட்டிக் கொள்ளுதல்
2. பேஜ் உட்கரு அமிலம் விருந்தோம்பியினுள் செலுத்துதல்
3. புரத உற்பத்தி
4. பாக்டீரிய குரோமோசோம் பிரிவடைதல்
5. விருந்தோம்பி செல் வளர்ச்சி தடுக்கப்படுதல்
6. DNA இரட்டித்தல்
7. பேஜ்கள் முதிர்ச்சி அடைதல்
8. விருந்தோம்பி அழிக்கப்பட்டு பேஜ்கள் வெளியேறுதல்

லைசோஜெனிக் சுழற்சி :

சில வைரஸ்கள் விருந்தோம்பி செல்லினுள் நுழைந்து, அவற்றின் குரோமோசோம்கள் விருந்தோம்பி குரோமோசோம்களுடன் இணைந்து புரோபேஜாக மாறுகின்றன. புரோபேஜாக மாறுகின்றன. புரோபேஜிக்கும், விருந்தோம்பிக்கும் உள்ள தொடர்பு லைசோஜெனி எனப்படும். இச்சுழற்சியில் விருந்தோம்பி செல் அழிக்கப்படுவதில்லை. இவ்வகை வைரஸ் தொற்றுமுறை

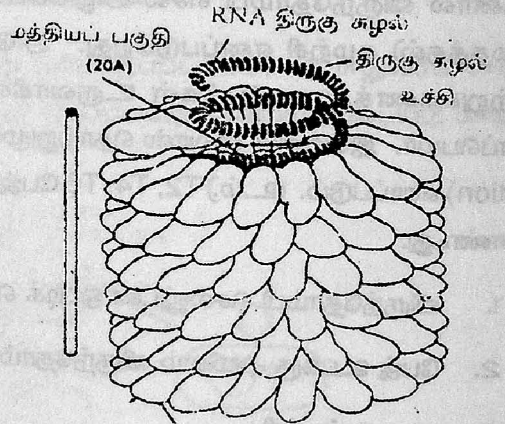
மிதமானத் தொற்றுமுறை (temperate phage) எனப்படும். (உ.ம்.) லாம்டாபேஜ் தொற்றுதல்.

தாவரங்களின் வைரஸ்கள் :

புகையிலை மொசைக் வைரஸ் (Tobacco Mosaic Virus TMV) :

TMV தாவர மொசைக் வைரஸுக்குச் சிறந்த உதாரணமாகும். (படம் 3.17) ஐவானோஸ்கி (1892) என்பவர் முதன் முதலில் இதனைக் கண்டறிந்தார். இது புகையிலைத் தாவரங்களில் மொசைக் நோய் ஏற்படுத்தியதால் இப்பெயர் பெற்றது. பாதிக்கப்பட்டத் தாவரங்களில் மஞ்சள் மற்றும் பச்சை திட்டுக்கள் காணப்பட்டதால் மொசைக் தோற்றம் ஏற்பட்டது.

TMV திருகுசுழல் சீரமைப்புக் கொண்ட குச்சி வடிவ RNA வைரஸ் ஆகும். இதன் நீளம் 3000A^0 விட்டம் 170A^0. இது வெளிக்காப்சிடு, மத்திய RNA மூலக்கூறு கொண்ட இருபகுதிகள் உடையது. காப்சிடு 2130 காப்சோமர்களால் ஆனது. இவை RNAயைச் சுற்றி திருகு சுருளாக அமைந்துள்ளது. இதில் 129 முழு சுருள்கள் உள்ளது. RNA இல் ஒரு காப்சோமர்க்கு 3 நியூக்லியோடைடுகள் வீதம் மொத்தம் 6400 நியூக்டலியோடைடுகள் உள்ளது.



படம். 3.17 புகையிலை மொசைக் வைரஸ்

அடினோவைரஸ் (விலங்கு வைரஸ்)

அடினோவைரஸ் விலங்கு வைரஸிக்கு சிறந்த உதாரணமாகும். இது ஒரு உறைசூழா (Non-enveloped). பாலிஹெட்ரல் DNA வைரஸ்.

இதன் மத்தியில் ஈரிழை DNAவும், அதைச் சூழ்ந்து காப்சிட் உறையும் உள்ளது. இந்த உறை 252 காப்சோமர்களால் ஆனது. இவை பலபட்டை கனவடிவம் அல்லது ஐகாசோஹெட்ரல் அமைப்புடையது. இவ்வமைப்பில் 20 முக்கோண முகங்களும் (facets), 12 இணைகோடுகளையும் (verticles) உள்ளது. 252 காப்சோமர்களில் 12 பென்டான்கள் எனவும், 240 ஹெக்சான்கள் எனவும் அழைக்கப்படும். இதன் மொத்த எடையில் மரபுப்பொருள் DS DNA) 12-14% ஆகும். மரபுப்பொருள்

35,000 கார இணைகள் நீளமானது. அடினோவைரஸ் மேல் சுவாசப்பாதையில் நோயுண்டாக்கக் கூடியது.

சில முக்கிய தாவர, விலங்கு வைரஸ்கள்

தாவர வைரஸ்கள்	விலங்கு வைரஸ்கள்
புகையிலை மொசைக் வைரஸ்	வாக்சீனியா வைரஸ்
உருளைக்கிழங்கு மொசைக் வைரஸ்	ரியோவைரஸ்
டர்னிப் மஞ்சள் வைரஸ்	பெரியஅம்மை வைரஸ்
புகையிலை ராட்டில் வைரஸ்	போலியோ வைரஸ்
பீட் மஞ்சள் வைரஸ்	ஹெர்பிஸ் வைரஸ்
சாட்டலைட் வைரஸ்கள்	இன்புளூவென்சா வைரஸ்
அவரை மொசைக் வைரஸ்	ரெட்ரோவைரஸ்கள்
புகையிலை நெக்ரோசிஸ் வைரஸ்	

வைராய்டுகள் (Viroids) :

வைராய்ட்கள் புரத உறையற்ற, RNA மரபுப்பொருள் கொண்ட, மிகச்சிறிய, நோய் உண்டாக்கும் திறன் உடைய தாவர வைரஸ்களாகும். டைனர் மற்றும் சக ஆய்வாளர்கள் (1967) உருளைக்கிழங்கு கதிர் தண்டு (Potato spindle tuber) நோய் உண்டாக்கும் காரணியைக் கண்டறிந்தனர். அவற்றை வைராய்டுகள் என அழைத்தனர்.

பண்புகள் :

1. வைராய்டுகள் உறைசூழா RNA மூலக்கூறுகள் உடையவை. இவை குறைந்த மூலக்கூறு எடை (1.1 – 1.3 x 10^5 கொண்டவை. புரத உறையற்றவை.

2. ஓரிழை RNA மூலக்கூறுகள் இரட்டிப்பாகும் தன்மையுடையது. தாவர செல்லில் பெருக்கமடைந்து பின்னர் வெளிப்பட்டு நோயுண்டாக்கும்.

3. இவற்றில் புரத உற்பத்திக்கான AUG என்ற துவக்க குறியீடு இல்லை.

4. வைராய்டுகள், வைரஸ்களில் இருந்து கீழ்கண்டப் பண்புகளில் வேறுபடுகின்றன.

   1. உறக்க நிலையில் வைராய்டுகள் இல்லை

   2. மரபுப்பொருள் மிகவும் சிறியது.

5. வைராய்டுகள் தோற்றம் பற்றி 3 கருத்துகள் நிலவுகின்றன.

1. வைரஸ்கள் சிதைந்து வைராய்டுகள் ஆகியிருக்கலாம்

2. வைரஸ்களின் முன்னோடியாக இருக்கலாம்.

3. இயல்பு கடந்த விருந்தோம்பி வைராய்டுகளாக இருக்கலாம்.

பின்வரும் நோய்கள் வைராய்டுகளால் ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகிறது.

1. உருளைக்கிழங்கு கதிர் தண்டு (டைனர், 1971)

2. எலுமிச்சை எக்சோகார்டிஸ் (சாங்கர், 1972)

3. கிரைசாந்தமம் ஸ்டுண்ட் (டைனர், லென்சன், 1973)

4. வெள்ளரி வெளிர் பழம் (சாங்கர் மற்றும் பலர், 1976)

5. தக்காளி பிளான்டா மாகோ (கேளிண்டா மற்றும் பலர் 1980)

தாவர வளர்சிதை மாற்றத்தின் அசாதாரணமான விளைபொருளே வைராய்டுகள் என தாவர உடற்செயலியல் நோக்கிலிருந்து கருதலாம் என அறிஞர்கள் கூறுகின்றனர். வைராய்டுகளைப் பற்றிய ஆய்விலிருந்து, இவை பாதித்த தாவரங்களில் தொற்று தொடர்ச்சியாக உள்ளது எனவும், தாவரங்களைக் கையாளுவதன் மூலம் அவை பரவுகின்றன எனவும், சில சமயங்களில் வைராய்டு நோய்களில் இனக்கலப்புப் பாதுகாப்பு முறை (cross protection) செயல்படுவதாகவும் கூறுகின்றனர்.

வைருஸாய்டுகள் (Virusoids) : ஆர்.டபிள்யூ. ராண்டில்ஸ் மற்றும் சக ஆய்வாளர்கள் 1981ல் வைருஸாய்டுகளைக் கண்டுபிடித்தனர்.

பண்புகள் :

1. வைராய்டுகளைப் போன்ற அமைப்புடையவை. இவை சிறிய வட்ட வடிவ RNA க்கள்.

2. இவை எப்போதும் பெரிய வைரஸ் RNAக்களுடன் தொடர்புடையவை.

3. வைரஸ் ஜீனோமின் பகுதியாக இவை உருவாகியிருக்கலாம். (ராபர்ட்சன், 1983)

4. பெரிய RNA இரட்டித்தலுக்கு சில வைருசாய்டுகள் தேவைப்படுவதாகக் கூறப்படுகிறது.

5. இவற்றின் இரட்டித்தல், உருளைக்கிழங்கு கதிர்த் தண்டு வைராய்டு இரட்டித்தலைப் போன்று உள்ளது.

6. சில வைருசாய்டுகள், வெல்வெட் புகையிலை மொசைக் வைரஸிடன் (VTMV) தொடர்புடையன.

7. மற்ற வைருசாய்டுகள் சாட்டலைட்ப் போன்று உள்ளன. வைரஸ் தாக்கப்பட்ட செல்களில் இரட்டித்தல் மேற்கொள்ளப்படுகின்றது.

ப்ரியான்கள் (Prions) : கலிபோர்னியா பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த புருசினர் மற்றும் சக ஆய்வாளர்களும், செம்மறி ஆட்டின் ஸ்கிராப்பி (scrapie) நோயை ஆய்வு செய்யும் போது மரபுப் பொருளற்றத் துகளைக் கண்டறிந்தனர். அதனை ப்ரியான் என்றழைத்தனர். இவைப் பின்வரும் பண்புகளைக் கொண்டிருக்கலாம் என ஊகமாகக் கூறினர்.

1. ப்ரியான்கள் என்பவை கற்பனையானவை

2. அவை இருப்பது நிரூபிக்கப்பட்டால், அவை உயிரின் புதிய வடிவமாகும்.

3. உயிருள்ளவற்றில் மிகச்சிறியது, மிகச்சிறிய நுண்ணுயிரியைக் காட்டிலும் (புகையிலை நெக்ரோசிஸ் வைரஸ் -17nm) 100-1000 மடங்கு சிறியவை.

4. பின்வரும் நோய்களுக்குக் காரணமாக உள்ளது.

1. செனில் டிமென்சியா - Senile demensia

2. அமைட்ரோபின் பக்க ஸ்கிலோரிசிஸ் - Amytrophic lateral sclerosis)

3. பார்கின்சன் நோய் - Parkinson's disease

4. பல ஸ்கிலிரோசிஸ் - Multiple sclerosis

எதிர்மறை சான்றுகளின் அடிப்படையில், ப்ரியான்களுக்கும், சில நோய்களுக்கும் தொடர்பு உள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது.

5. இவற்றில் மரபுப்பொருள் இல்லை

6. 1 அல்லது 2 (அ) 3 புரதத்துகள் உடையவை

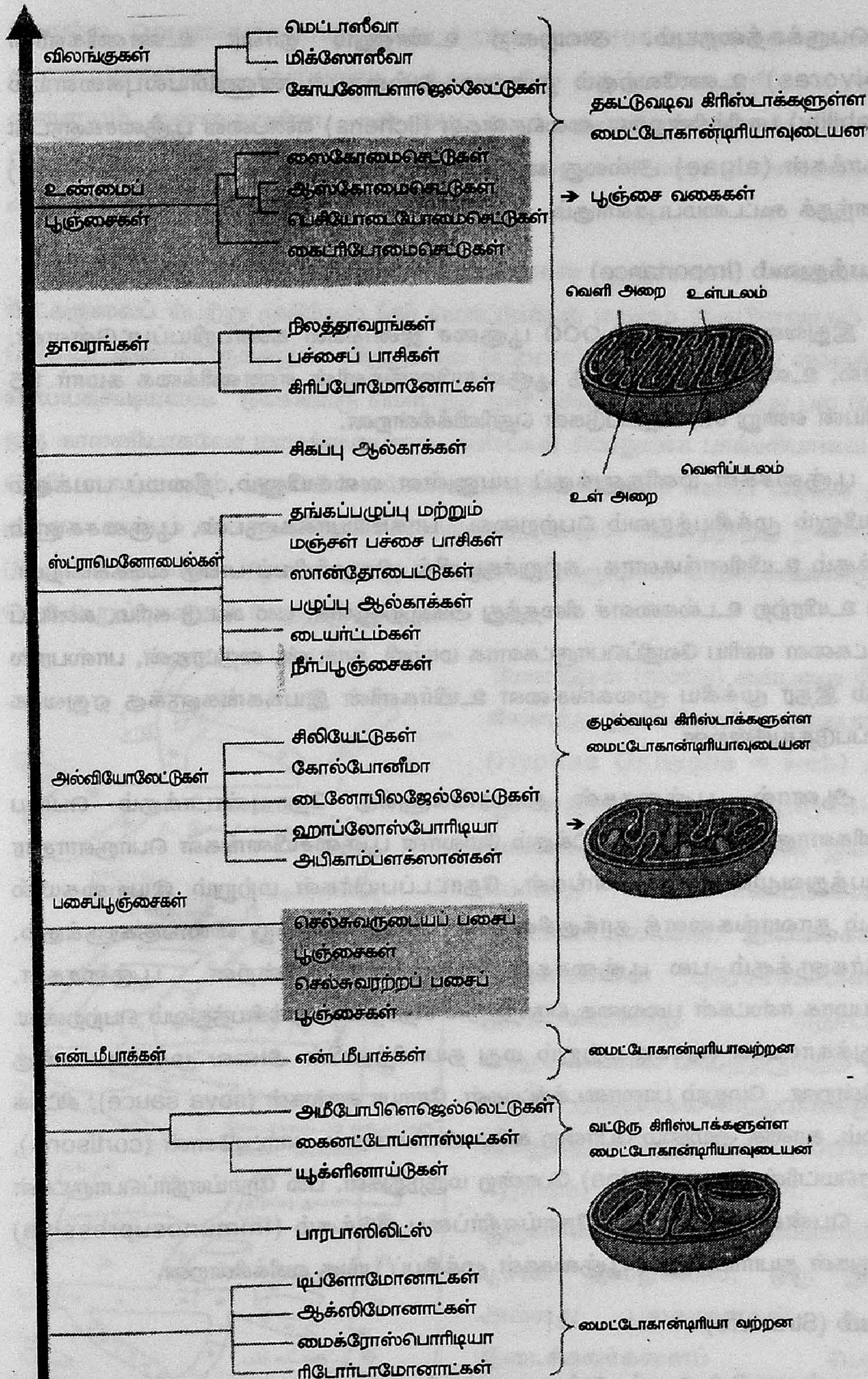
7. விருந்தோம்பியின் உட்கரு அமிலத்தை சார்ந்துள்ளன.

இ. பூஞ்சைகள் (அ) பூஞ்சணங்கள் (Fungi)

நுண்ணுயிர் அறிஞர்கள் பூஞ்சைகள் (Fungus Pl.Fungi; Latin. fungus = mushroom) என்பவற்றை (கிரேக்கத்தில் fungus என்ற காளான் எனப் பொருள்படும் வார்த்தையிலிருந்து பிறந்தது) உண்மையான உட்கருவுள்ள, வித்துக்கள் பெற்ற, உறிஞ்சுத் தன்மை உணவீட்டம் (absorptive nutrition) செய்யும், பச்சையங்களற்ற, பாலிலா மற்றும் பாலின இனப்பெருக்கம் செய்யும் நுண்ணுயிர்கள் என்று வரையறுத்துள்ளனர். பூஞ்சைகளை ஆராயும் விஞ்ஞானிகள் மைக்காலஜிஸ்ட்கள் (Mycologists), அதாவது பூஞ்சை அறிவியலாளர்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றனர். (கிரேக்க மொழியில் "Mykes" என்றால் காளான் (mushrooms) என்றும் லாகோஸ் (logos) என்றால் படிப்பு அல்லது உரைக் கோவை என்றும் பொருள்). பூஞ்சைகளைப் பற்றிய விஞ்ஞானத்திற்கு மைக்காலஜி (mycology) அதாவது பூஞ்சையியல் என்றும், பூஞ்சைகளின் நச்சுப்பொருட்ச மற்றும் அவற்றின் விளைவுகளைப் பற்றிய ஆய்வு மைக்கோடாக்ஸிகாலஜி (mycotoxicology) அதாவது பூஞ்சை நச்சியல் என்றும், பூஞ்சைகளால் விலங்குகளில் உண்டாகும் நோய்களுக்கு மைக்கோஸஸ் (mycoses) அதாவது பூஞ்சை நோய்கள் என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. ஐந்து மாத்தொகுதி (kingdom) கோட்பாட்டில் பூஞ்சைகள் (Fungi) என்பதில் இவை சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. அனைத்து உயிர்களுக்குமான பொதுவான இனமரபுவழி பரிணாம வரலாற்றை விளக்கும் வரைபடம் (universal phytogenetic tree), பூஞ்சைகளை யூகேரியா பெருந்தொகுதி (Domain) யில் சேர்த்துள்ளது. தற்கால வகைப்பாட்டின்படி, பூஞ்சைகள் ஒருமரபுவழித் தோற்றம் (monophyletic origin) பெற்ற யூமைகோட்டா (eumycota) அல்லது உண்மை பூஞ்சைகள் (Gr. Eu = true; mykes = fungus) என்ற வகையில் வைக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 3.18).

பரவல் (Distribution) :

பூஞ்சைகள் அடிப்படையில் நிலத்தில் வாழ்பவை ; ஆனாலும் ஒருசில வகைகள் நன்னீர் மற்றும் கடல் நீர் வாழ்வனவாகவும் உள்ளன. பூஞ்சைகளில் பல வகைகள் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளில் நோயூக்கிகளாக உள்ளன. அதே சமயம் பல பூஞ்சைகள் நன்மையளிப்பனவாகவும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக நாளமுள்ள தாவரங்களிள் (vascular plants) மூன்றிலொருபங்கிலான வகைகளில் வேர்கள் - பூஞ்சைகளிடையே மைக்கோரைசே (mycorrhizae) எனப்படும் கூட்டமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. பல தாவரங்களில் பூஞ்சைகள் அவற்றின் மேற்பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய தாவர உள்வாழ் (endophytic) பூஞ்சைகள் அந்த தாவரங்களின்



படம் 3.18 பூஞ்சைகளின் ஒரே மரபு வழி இனத்தோற்றம் (Monophyletic Origin)

இனப்பெருக்கத்தையும், அவற்றை உண்ணும் தாவர உண்ணிகளின் (Herbivores) உணவேற்கும் தன்மை அல்லது உண்ணுமியல்புகளையும் (palatability) பாதிக்கின்றன. லைகென்கள் (lichens) என்பவை பூஞ்சைகளுடன் ஆல்காக்கள் (algae) அல்லது சையனோபாக்டீரியாக்கள் (cyanobacteria) இணைந்தக் கூட்டமைப்புகளாகும்.

முக்கியத்துவம் (Importance)

இதுவரை சுமார் 90,000 பூஞ்சை இனங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. ஆனால், உலகிலுள்ள மொத்த பூஞ்சையினங்களின் எண்ணிக்கை சுமார் 1.5 மில்லியன் என்று சில மதிப்பீடுகள் தெரிவிக்கின்றன.

பூஞ்சைகள் மனிதனுக்குப் பயனுள்ள வகையிலும், தீமைப் பயக்கும் வகையிலும் முக்கியத்துவம் பெற்றவை. பாக்டீரியாக்களுடன், பூஞ்சைகளும் சிதைக்கும் உயிரினங்களாக சுற்றுச்சூழலில் மிகமுக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. இவை உயிரற்ற உடல்களைச் சிதைத்து அவற்றிலுள்ள பல கூட்டு கரிம, கனிமப் பொருட்களை எளிய வேதிப்பொருட்களாக மாற்றி, கார்பன், நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ் மற்றும் இதர முக்கிய மூலகங்களை உயிர்களின் இயக்கங்களுக்கு ஏதுவாக வெளிப்படுத்துகின்றன.

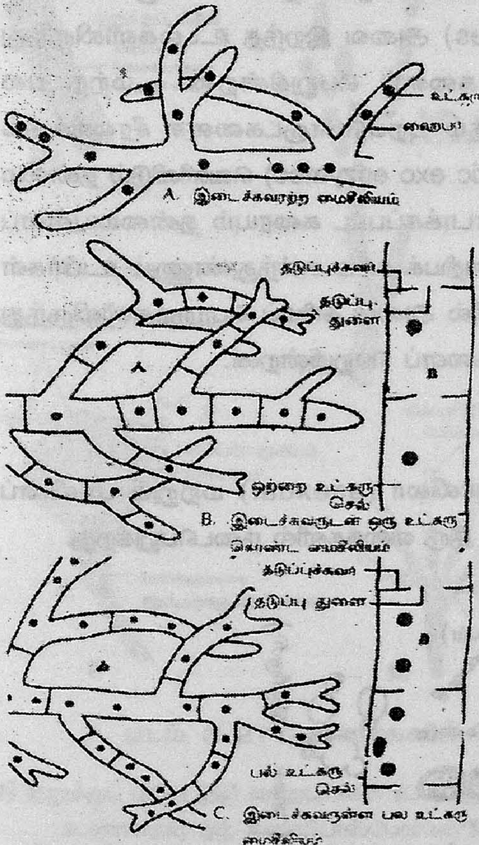
ஆனால், பூஞ்சைகள் தாவரங்களுக்கு நோயுண்டாக்கும் பெரிய காரணிகளாகும். சுமார் 5000க்கும் மேலான பூஞ்சையினங்கள் பொருளாதார முக்கியத்துவமுள்ள பயிரினங்கள், தோட்டப்பயிர்கள் மற்றும் இயற்கையில் வளரும் தாவரங்களைத் தாக்குகின்றன. அதே போன்று விலங்குகளுக்கும், மனிதர்களுக்கும் பல பூஞ்சைகள் நோயுண்டாக்குகின்றன. பூஞ்சைகள், முக்கியமாக ஈஸ்ட்கள் பலவகை நொதித்தல் தொழிலக முக்கியத்துவம் பெற்றவை. எடுத்துக்காட்டாக ரொட்டி மற்றும் மது தயாரித்தலில் அவை முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. மேலும் பாலாடைக்கட்டிகள், சோயா சாஸ்கள் (soya sauce), சிட்ரிக் அமிலம், காலிக் அமிலம் போன்ற கரிம அமிலங்கள், கார்ட்டிசோன் (cortisone), எர்கோமெட்ரின் (ergometrine) போன்ற மருந்துகள், பல நோய்எதிர்ப்பொருட்கள் (எ.கா. பென்சிலின்) மற்றும் நோய்எதிர்ப்பை ஒடுக்கும் (Immunosupressive) மருந்துகள் தயாரிப்பிலும், பூஞ்சைகள் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன.

வடிவம் (Structure)

பூஞ்சையின் உடல் அல்லது தழைப்பு வடிவம் (vegetative structure) தாலஸ் (thallus) (அ) உடலம் எனப்படும். அது அளவிலும், சிக்கலான அமைப்பிலும், ஒரு செல்லுடைய நுண்ணிய ஈஸ்ட்களிலிருந்து பல செல்லுடைய மோல்டுகள் (molds) உதற்பூதி (puff balls) மற்றும் காளான்கள் (mushrooms)

போன்ற வெறுங்கண்ணாற் காணத்தக்க (macroscopic) அளவுகளிலும் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக பூஞ்சைகளின் செல்சுவர் உறுதியான ஆனால் வளையும் தன்மையுள்ள, என்-அசிட்டைல் குளுகோஸமைன் (N-Acetyl Glucosmine) வேதிக்கூறுகளாலான பல்சர்க்கரைப் பொருட்களாலாக்கப்பெற்ற கைட்டின் (Chitin) களால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஈஸ்ட்கள் என்பவை ஒரு செல்லாலான பூஞ்சைகள். அவை ஒரு உட்கருவைப் பெற்று முகிழ்தல் (அ) மொட்டுவிடல் மற்றும் இருபிளவாதல் என்ற பாலிலா இனப்பெருக்கமும், வித்துக்கள் (spores) மூலம் பாலினப் பெருக்கமும் செய்யக்கூடியவை. ஒவ்வொரு மொட்டும் தனி ஈஸ்டாகவோ அல்லது பல சேர்ந்து ஒரு காலனியாகவோ மாறக்கூடியவை. ஈஸ்ட்கள் பொதுவாக பாக்டீரியாவை விடப் பெரியவையாகவும், அளவில் பல்வகைப்பட்டும், வடிவில் கோள வடிவம் முதல் முட்டை வடிவம் வரை பலவடிவங்களிலும் இருக்கும். அவற்றிற்கு நீளிழைகள் (flagella) இல்லை. ஆனால் பெரும்பாலான உட்கருவுள்ள உயிரினங்களிளுள்ள செல் உறுப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.



படம் 3.19 இழை உடலங்கள்

மோல்டுகள் (molds) என்பவை நீண்ட, கிளைத்த, நூல் போன்ற ஹைபாக்கள் (Hyphae Gr.hyphe = web) என்ற பூசணஇழை (mycelium) வலைப்பின்னல்களாலான திசுக்கள் போன்ற பின்னிப்பிணைந்த கூட்டமைப்புடையன. இவ்வகைச் சில பூஞ்சைகளில் புரோட்டோபிளாசம் இடைச்சுவரின்றி தொடர்ந்து ஹைபாக்களில் பாய்ந்திருக்கும் (படம் 3.19). அத்தகைய ஹைபாக்களுக்கு பொதுக்குடம ஹைபாக்கள் (coenocytic hyphae) என்று பெயர். மற்ற பூஞ்சைகளின் வலைப்பின்னல்களில், பூசண இழைகளில், ஒரு துளை அல்லது பலதுளைகள் உள்ள இடைச்சுவர்களைப் பெற்று, பிரிசுவருள்ள (septate) வகை ஹைபாக்களாகக் காணப்படும் (படம் 3.19).

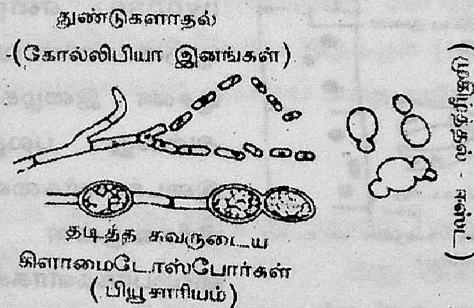
பல பூஞ்சையினங்கள், முக்கியமாக மனிதர்களிலும், விலங்குகளிலும் நோயுண்டாக்கும் பூஞ்சைகள் இருஉருவமுடையன (dimorphic) - அதாவது விலங்குகளின் உடலில் ஈஸ்ட் (yeast) வடிவத்திலும் (ஒய் வடிவம் Y - form), வெளியில் மோல்டுகள் (அ) பூஞ்சண இழை வடிவிலும் (எம் வடிவம், M - Form) ஆகவும் (சுற்றுச் சூழலிலுள்ள ஊட்டச்சத்துக்கள், கரியமிலவாயு அழுத்தம், ஆக்ஸிஜனாக்கம் வெப்பநிலை போன்றவற்றிற்கேற்ப மாறுபட்டும்) காணப்படும். இத்தகைய மாறுபடும் தன்மைக்கு ஒய்.எம். மாறுபாடு (YM shift) என்று பெயர். தாவரங்களுடன் தொடர்புடைய பூஞ்சைகளில் மேற்கண்டதற்கு எதிர்மாறாக, தாவரங்களின் உடலில் பூஞ்சணங்களாகவும், வெளியில் ஈஸ்ட் வடிவமும் பெற்று இந்த இருஉருவத்தன்மை வேறுபடுகிறது.

உணவூட்டம் மற்றும் வளர்சிதை மாற்றம் (Nutrition and Metabolism)

பூஞ்சைகள் இருட்டிலும், ஈரப்பதமுள்ள இடங்களிலும் நன்றாக வளரக் கூடியவை. ஆனால் எங்கெல்லாம் கரிமச் சத்துக்கள் (அ) உயிர்ப்பொருட்கள் உள்ளனவோ அங்கெல்லாம் அவை காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான பூஞ்சைகள் சாறுண்ணிகள் (saprophytes) அவை இறந்த உடல்களிலிருந்து தமக்குத் தேவையான சத்துப் பொருட்களைப் பெறுகின்றன. மற்ற பல பாக்டீரியாக்கள் போன்றே, பூஞ்சைகளும் புறப்பொருட்களைச் சீரணிக்கும் நீராற்பகுக்கும் வெளி நொதிகளை (hydrolytic exo enzymes) வெளிவிடும் தன்மை பெற்றவை. அதன்பின் அவற்றால் உண்டாக்கப்பட்ட கரையும் தன்மையுள்ளப் பொருட்களை உட்கிரக்கின்றன. அவை வேதியக் கரிம சார்ந்துண்ணும் உயிர்கள் (Chemoorganoheterotrophs). ஏனெனில் அவை கரிமப் பொருட்களிலிருந்து கார்பன், எலக்ட்ரான் மற்றும் சக்தி மூலங்களைப் பெறுகின்றன.

இனப்பெருக்கம் (Reproduction)

பூஞ்சைகளில் இனப்பெருக்கம் பாலிலா (asexual) மற்றும் பாலினப் பெருக்கம் (Sexual Reproduction) ஆகிய இரு வகைகளில் நடைபெறுகிறது.



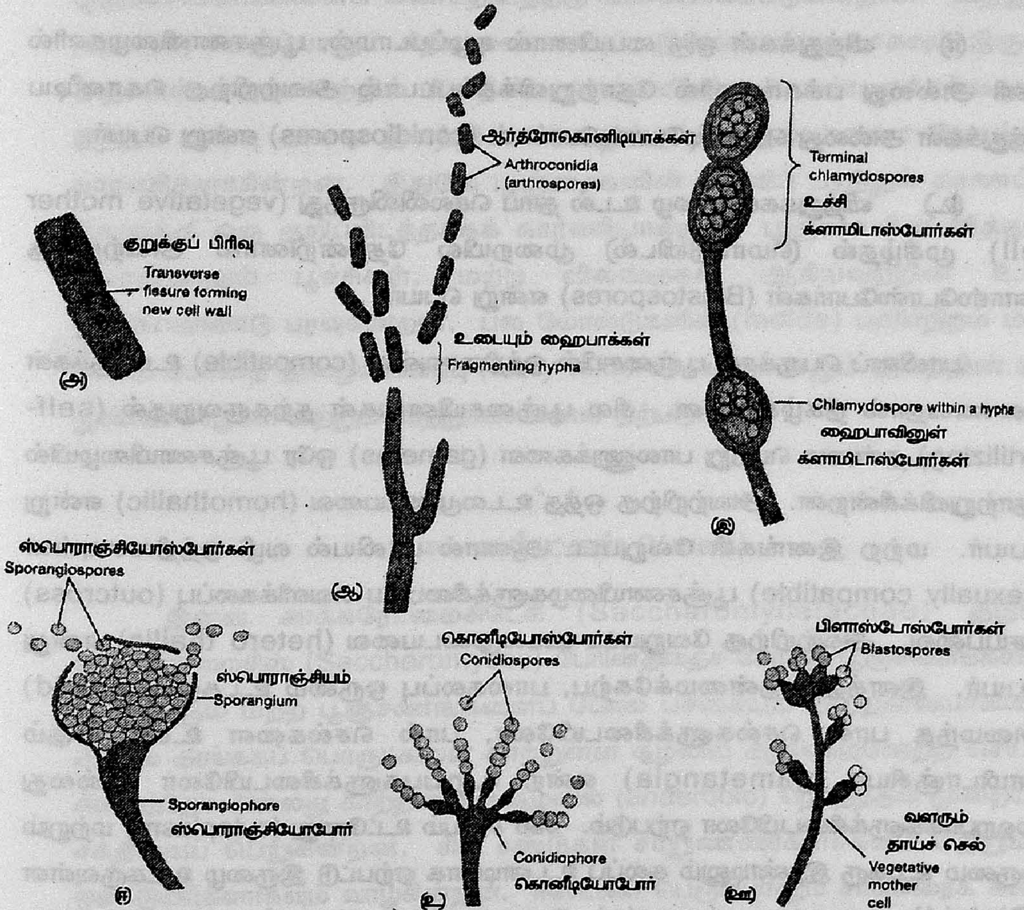
படம் 3.20 பூஞ்சைகளில் பாலிலா இனப்பெருக்கம்

பாலிலா இனப்பெருக்கம் பலவழிகளில் நடைபெறுகிறது (படம் 3.20).

1. ஒரு தாய்செல் அதன் மத்தியப் பகுதியில் ஒரு இறுக்கம் ஏற்படுத்தியபின் ஒரு புதிய செல்சுவர் அவ்விடத்தில் உண்டாக்கி, இரு சேய் செல்களை உண்டாக்குதல் (பிளவு முறை)

2. முகிழ்தல் அல்லது மொட்டுவிடல் முறை

3. வித்துக்கள் (spore) உண்டாக்குதல். பாலிலா வித்துக்கள் (asexual spores) ஒரு பூஞ்சை செல்லில் குன்றாப் பிரிவின் மூலம் உண்டாகின்றன. பலவகையான பாலிலா வித்துக்கள் பூஞ்சைகளில் காணப்படுகின்றன (படம் 3.21).



படம் 3.21 பூஞ்சைகளில் பாலிலா இனப்பெருக்கம்

(அ) குறுக்குப் பிரிவு (ஆ) ஹைபாக்கள் உடைந்து ஆர்த்ரோகொனிடியா (ஆர்த்ரோஸ்போர்கள் உண்டாதல்) (இ). க்ளாமிடாஸ்போர்கள் உண்டாதல் (ஈ) ஸ்பொராஞ்சியத்தினுள் ஸ்பொராஞ்சியோஸ்போர்கள் (உ) கொனிடியத்தின் உச்சியில் கொனீடியோஸ்போர்கள் (ஊ) தாய்ச்செல்லிலிருந்து பிளாஸ்டோஸ்போர்கள் உற்பத்தியாதல்

(அ) ஒரு ஹைபா (அ) மைசீலிய இழை குறுக்குச் சுவர்கள் ஏற்படுதல் மூலம் பல துண்டங்களாகப் பிரிந்து பல செல்களாக மாறி அவை வித்துக்களாகச் செயல்படுதல். இவ்வகை வித்துக்களுக்கு ஆர்த்ரோகொனீடியாக்கள் அல்லது ஆர்த்ரோஸ்போர்கள் (arthroconidia (or) arthrospores) என்று பெயர்.

(ஆ) செல்கள் பிரிவதற்கு முன் மொத்தமான சுவரால் சூழப்பட்டால் அவற்றிற்கு கிளாமிடோஸ்போர்கள் (chlamydospores) என்று பெயர்.

(இ ஒரு பூஞ்சை இழையின் நுனியில் உண்டாகும் ஒரு பையிலிருந்து (வித்துப்பை (அ) sporangium) வித்துக்கள் தோன்றினால் அவற்றிற்கு ஸ்போராஞ்சிய வித்துக்கள் (sporangiospores) என்று பெயர்.

(ஈ) வித்துக்கள் ஒரு பையினால் சூழப்படாமல், பூஞ்சணவிழைகளில் நுனி அல்லது பக்கங்களில் தோற்றுவிக்கப்பட்டால் அவற்றிற்கு கொனீடிய வித்துக்கள் அல்லது கொனீடியோஸ்போர்கள் (conidiospores) என்று பெயர்.

(உ) வித்துக்கள் தழை உடல் தாய் செல்லிலிருந்து (vegetative mother cell) முகிழ்தல் (மொட்டுவிடல்) முறையில் தோன்றினால் அவற்றிற்கு பிளாஸ்டோஸ்போர்கள் (Blastospores) என்று பெயர்.

பாலினப் பெருக்கம் பூஞ்சையில் ஒத்திசைவுள்ள (compatible) உட்கருக்கள் இணைவதால் நிகழ்கின்றன. சில பூஞ்சையினங்கள் தற்கருவுறுதல் (self-fertilizing) தன்மை பெற்று பாலணுக்களை (gametes) ஒரே பூஞ்சணயிழையில் தோற்றுவிக்கின்றன. அவற்றிற்கு ஒத்த உடலமுடையவை (homothallic) என்று பெயர். மற்ற இனங்கள் வேறுபட்ட ஆனால் பாலியல் வழி ஒத்திசைவுள்ள (sexually compatible) பூஞ்சணயிழைகளுக்கிடையே வெளிக்கலப்பு (outcross) செய்பவை. அவற்றிற்கு வேறுபட்ட உடலமுடையவை (hetero thallic) என்று பெயர். இனத்தின் தன்மைக்கேற்ப, பால்கலப்பு ஒருமை உட்கரு (haploid) அமைந்த பால் செல்களுக்கிடையிலோ, பால் செல்களை உண்டாக்கும் காமிடாஞ்சியா (gametangia) என்ற உறுப்புகளுக்கிடையிலோ அல்லது ஹைபாக்களுக்கிடையிலோ ஏற்படும். சில சமயம் உட்சோறு (cytoplasm) மற்றும் ஒருமை உட்கரு இரண்டிலும் கலப்பு உடனடியாக ஏற்பட்டு இருமை உட்கருவுள்ள (Diploid) கருமுட்டை (zygote) உருவாகும். ஆனால், சாதாரணமாக, உட்சோறுகலப்பிற்கும், உட்கரு கலப்பிற்குமிடையில் சிறிது நேர இடைவெளி இருக்கும். இதனால் இருஉட்கருவுள்ள (dikaryotic) நிலை, அதாவது செல் இரண்டு தனியான ஒருமை உட்கருக்களுடன் (ஒவ்வொரு மூலச்செல்லிலிருந்தும் ஒரு உட்கரு என்ற விகிதத்தில்) உண்டாகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட காலஅளவு இந்த

இருஉட்கரு நிலையிலிருந்த பின் இரண்டு ஒருமை உட்கருக்களும் இணைந்து சங்கமிக்கின்றன. இத்தகை பாலினப்பெருக்கத்தினிறுதியில் ஸ்போர்கள் (spores) (அ) வித்துக்கள் உற்பத்தியாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஸைகோமைசட்டுகளிலிருந்து (zygomycetes) ஸைகோஸ்போர்களும் (zygospores), ஆஸ்கோமைசெட்டுகளிலிருந்து (Ascomycetes) ஆஸ்கோஸ்போர்களும் (Ascospores), பெசிடோமைசெட்டுகளிலிருந்து (Basidomycetes) பெசிடியோஸ்போர்களும் (Basidiospores) உற்பத்தியாகின்றன.

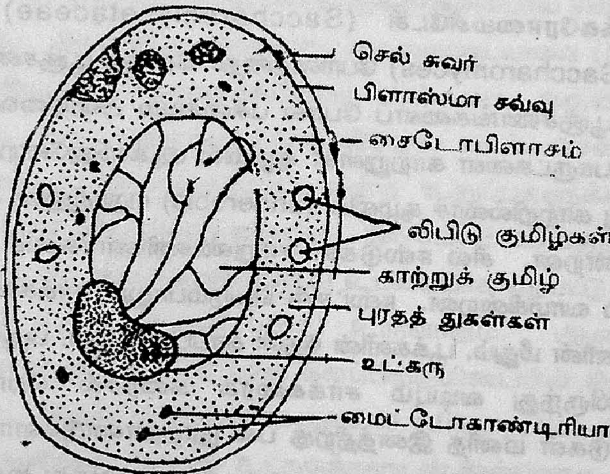
பூஞ்சைகளின் வித்துக்கள் (spores) பலகாரணங்களால் முக்கியத்துவம் பெற்றவை. அவற்றின் அளவு, வடிவம், நிறம் மற்றும் எண்ணிக்கை பூஞ்சையினங்களைக் கண்டறிவதற்கு உபயோகப்படுகின்றன. வித்துக்கள் (spores) பெரும்பாலும் சிறியவையாகவும், இலேசானவையாகவும் இருக்கும். அதனால் அவை காற்றில் மிக நீண்ட காலம் மிதந்து கொண்டிருக்கக்கூடியவை. இந்தப் பண்பு அவை இவற்றின் பரவலுக்குப் பெரும்பாலான நேரங்களில் காரணிகளாகின்றன. இதுவே பூஞ்சைகளின் விரவிப் பரந்துக் காணப்படும் நிலைக்கு ஒரு குறிப்பிடத்தக்கக் காரணியாகிறது. பூஞ்சையின் வித்துக்கள் பெரும்பாலும் பூச்சிகள், மற்ற விலங்குகள் ஆகியவற்றின் உடலில் ஒட்டிக்கொண்டு பரவுகின்றன. பல மோல்டுகளில் (molds) பளிர்நிறம் மற்றும் கூளம் போன்ற இழையமைப்பு (fluffy texture) பெரும்பாலும் இவற்றின் காற்று நுண்ணிழைகள் மற்றும் வித்துக்களினால் ஏற்படுகிறது.

ஈ. ஈஸ்ட்கள் (Yeasts)

இவை சாக்கரோமைசிடேசி (Saccharomycetaceae) குடும்பம், சாக்கரோமைசிஸ் (Saccharomyces) பேரினத்தைச் சேர்ந்த பூஞ்சணங்களாகும். ஈஸ்டுகளும் மற்ற பூஞ்சணங்களைப் போல பச்சையம் அற்றவையாகையால் அவை அங்ககப் பொருட்களை காற்றுள்ள சூழலில் ஆக்ஸிஜனேற்ற செயலால் சிதைத்தோ அல்லது காற்றில்லாச் சூழலில் (anaerobic) நொதித்தல் முறையிலோ சக்தியைப் பெறுகின்றன. சில ஈஸ்டுகள் சாறுண்ணிகளாகவும் மற்றும் சில ஒண்டுயிர்களாகவும் வாழ்கின்றன. ஈஸ்ட்கள் பெரும்பாலும் சர்க்கரைக் கரைசல் கொண்ட பொருள்களின் மீதும், பூக்களின் தேன் சுரப்பிகளிலும், பழத்தோல்களின் மீதும், மரங்களிலிருந்து வடியும் சர்க்கரைக் கரைசல் பொருட்களிலும் காணப்படும். ஈஸ்டுகள் மனித இனத்திற்கு பல நூற்றாண்டுகளாகப் பெரிதும் பயன்பட்டு வந்துள்ளன. பழச்சாறுகளை நொதிக்க வைத்து மதுபானங்கள் தயாரிப்பதிலும், ரொட்டி தயாரிப்பிலும் இவை பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அதன் அடிப்படையில் இவை ரொட்டித் தயாரிப்பாளர்களின் ஈஸ்ட் (Baker's yeast) மதுபானத் தயாரிப்பு ஈஸ்ட் (Brewer's years) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் பல வைட்டமின்கள், கொழுப்புகள், புரதங்கள் முதலிய கூட்டுப் பொருட்களை நொதித்தல் முறையில் தயாரிப்பதற்கும் இக்காலத்தில் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், சில ஈஸ்ட் இனங்கள் விலங்குகளிலும், தாவரங்களிலும் நோயுண்டாக்கியும், உணவுப் பொருட்களைக் கெடுத்தும், துணிகளைப் பாழாக்கியும் தீங்கு விளைவிப்பனவாக உள்ளன.

ஈஸ்ட் ஒருசெல் பூஞ்சையாகும் (படம் 3.22). இதன் உடலம் வட்ட அல்லது நீள்வட்ட வடிவமானது. இது பாக்டீரியாவை விடப் பெரியது (1µm). 5-8nm குறுக்களவுடையது. செல்லைச் சுற்றி செல்சுவர் காணப்படுகிறது. இந்தச் செல்சுவரின் பெரும்பகுதி குளுகான் (glucon), மன்னான் (mannan) எனப்படும் இரு பல்சர்க்கரைப் பொருட்களால் (polysaccharides) ஆனது; மேலும் சிறிதளவு புரதமும், கொழுப்புப் பொருளும் பெற்றிருப்பது. மற்ற இழைப் பூஞ்சணங்களின் செல்சுவரில் உள்ள குளுகோஸமின் (glucosamine) ஈஸ்டு செல்சுவரிலும் சிறிதளவு காணப்படுகிறது. இவற்றில் செல்லுலோஸ் இல்லை. செல்லின் புரோட்டோபிளாஸ்ட் மத்தியில் உட்கருவையும் இதனைச் சூழ்ந்த சைட்டோபிளாசமும் உள்ளது. உட்கரு (அ) நியூக்ளியகத்தினுடன் ஒரு குமிழ் போன்று இணைந்த நுண்குமிழ் (vacuole) உள்ளது. இவ்விரு அமைப்புகளும் தனித்தனி உறைகளால் சூழப்பட்டுள்ளன. உட்கருவைச் சூழ்ந்த சைட்டோபிளாசம் (அ) உட்சோறு, உள்பிளாசம், வெளிப்பிளாசம் என வேறுபட்டுள்ளது. செல்லின் உட்சோற்றுப் பகுதியில் மைட்டோகான்டிரியா, கிளைக்கோஜன் துகள்கள், எண்ணைச் சொட்டுக்கள், புரதத்துகள்கள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன.



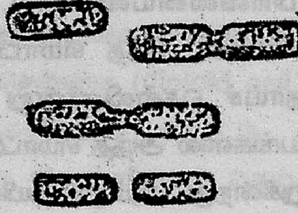
படம் 3.22 ஈஸ்ட்

ஈஸ்ட்கள் பாலிலா மற்றும் பாலினப் பெருக்கம் செய்கின்றன (படம் 3.23 & 3.24).

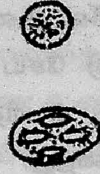
மொட்டு விடல்



குறுக்கப் பிரிவு முறை

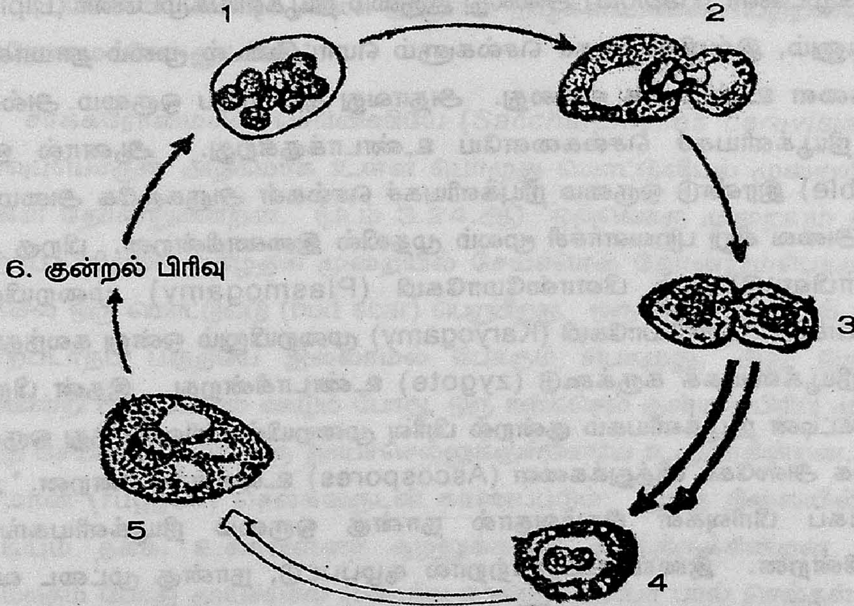


அஸ்கோ வித்துண்டாதல்



பாலிலி இனப்பெருக்க முறை பாலினப் பெருக்க முறை

படம் 3.23 ஈஸ்டின் இனப்பெருக்க முறைகள்



படம் 3.24 ஈஸ்டின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி

1. வித்துப்பை (அஸ்கஸ்) 2. மொட்டு விடுதல் 3. பிளாஸ்மோகமி புரோட்டோ (பிளாஸ்டுகளின் இணைப்பு) 4. காரியோகமி (நுக்ளியகங்களின் இணைப்பு) 5. மொட்டு விடுதல் 6. குன்றல் பிரிவு

——→ ஒற்றை நுக்ளியக நிலை ═══→ இரட்டை நுக்ளியக நிலை

பாலிலா இனப்பெருக்கம்

பாலிலா இனப்பெருக்கம் இப்பூஞ்சணத்தில் மொட்டுவிடல் மற்றும் பிளவாதல் முறைகளில் நிகழ்கின்றது. மொட்டு விடல் (அ) முகிழ்தல் முறையில் முதலில் செல்லின் ஒரு பக்கத்தில் ஒரு சிறுபுறவளர்ச்சி (out growth) அல்லது மொட்டு (bud) தோன்றுகிறது; அப்பொழுது செல்லின் உட்கரு (அ) நியூக்ளியகம் குன்றாப்பிரிவு முறையில் பிரிவினையடைகிறது. இவற்றிலிருந்து ஒரு சேய் உட்கரு (அ) சேய் நியூக்ளியகம் அந்த மொட்டுக்குள் நுழைந்த பின்னர், அம்மொட்டு பெரிதாகித் தாய்ச் செல்லினின்று பிரிந்து தனிச் செல்லாகச் செயல்படுகின்றது. சில சமயங்களில் அந்த மொட்டு தனியே பிரிவதற்கு முன்பே மற்றொரு மொட்டும் தோன்றுகின்றது. இம்முறையில் பல செல்கள் (மொட்டுக்கள்) சிறுசங்கிலித் தொடர் போன்ற அமைப்பாகத் தோன்றுகின்றன. இவ்வமைப்பைப் பொய் மைசீலியம் (pseudomycelium) என்று கூறுவர். ஆனால் இதிலுள்ள மொட்டுக்கள் தனித்தனியே பிரிந்து செயல்பட வல்லவை.

பாலினப் பெருக்கம்

ஈஸ்டுகளில் பாலினப் பெருக்கம் புணர்ச்சி (conjugation) முறையில் நிகழ்கின்றது. இப்பூஞ்சணத்தின் செல்கள் பெரும்பாலும் ஒருமை நியூக்ளியகமுடனோ (Haploid) அல்லது இருமை நியூக்ளியகமுடனோ (Diploid) காணப்படினும், இவ்விருவகைச் செல்களும் மொட்டுவிடல் மூலம் தாமாகவே பலசெல்களை உண்டாக்க வல்லது. அதாவது முறையே ஒருமை அல்லது இருமை நியூக்ளியகச் செல்களையே உண்டாக்குகிறது. ஆனால் ஒத்த (compatible) இரண்டு ஒருமை நியுக்ளியகச் செல்கள் அருகருகே அமையும் பொழுது அவை சிறு புறவளர்ச்சி மூலம் முதலில் இணைகின்றன. பிறகு இரு புரோட்டோபிளட்டுகளும் பிளாஸ்மோகேமி (Plasmogamy) முறையிலும் நியூக்ளியகங்கள், காரியோகேமி (Karyogamy) முறையிலும் ஒன்று கலந்தபின் இருமை நியூக்ளியகக் கருக்கூடு (zygote) உண்டாகின்றது. இதன் பிறகே இக்கருக்கூட்டின் நியூக்ளியகம் குன்றல் பிரிவு முறையில் பிரிவடைந்து ஒருமை நியூக்ளியக அஸ்கோ வித்துக்களை (Ascospores) உண்டாக்குகின்றன. இரு நியூக்ளியகப் பிரிவுகள் நிகழ்வதால் நான்கு ஒருமை நியூக்ளியகங்கள் தோன்றுகின்றன. இவை உட்சோற்றால் சூழப்பட்டு, நான்கு முட்டை வடிவ அஸ்கோ வித்துக்களாக மாறுகின்றன. இதனால், கருக்கூடு நேரடியாக அஸ்கஸ்களாகச் செயல்படுவதை அறியலாம். இந்த அஸ்கோ வித்துக்கள் கருக்கூட்டு உறையினின்றும் வெளிவந்த பின்பு மொட்டுவிடல் மூலம் பல ஒருமை நியூக்ளியகச் செல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சிலசமயங்களில் கருக்கூட்டுச்

செல் அஸ்கோவித்துக்களை உண்டாக்காமலேயே மொட்டுவிடல் மூலம் பல இருமை நியூக்ளியகச் செல்களை உண்டாக்குவதுமுண்டு. இப்படிப்பட்ட செல்கள் சிலபொழுது குன்றல் பிரிவு முறையில் பிரிவடைந்து நான்கு அஸ்கோ வித்துக்களை உண்டாக்குவதுமுண்டு.

ஈஸ்டின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி (Life Cycle of Yeast)

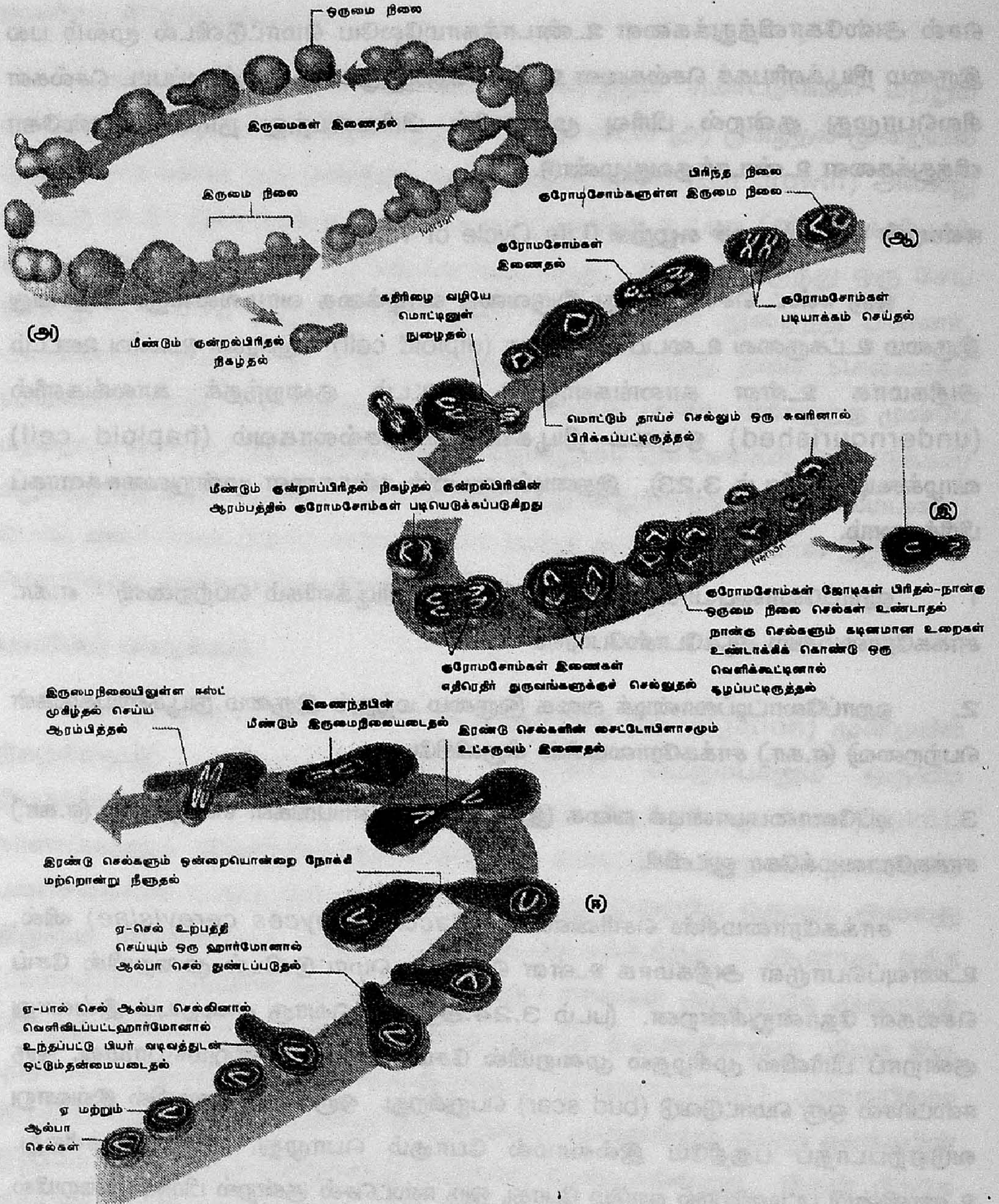
ஒரு ஈஸ்ட் செல்லானது இருவகை வாழ்க்கை வாழவல்லது. அதாவது இருமை உட்கருவை உடைய செல்லாக (diploid cell) சாதாரண உணவு ஊட்டம் அதிகமாக உள்ள காலங்களிலும், ஊட்டம் குறைந்தக் காலங்களில் (undernourished) ஒருமை நியூக்ளியகச் செல்லாகவும் (haploid cell) வாழக்கூடியன (படம் 3.23). இதனடிப்படையில் ஈஸ்ட்களை மூன்றுவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1 ஹாப்லோபையான்டிக் வகை (ஒருமை நியூக்ளிகம் பெற்றவை) – எ.கா. சாக்கரோமைசிஸ் ஆக்டோஸ்போரஸ்

2. ஹாப்லோட்டிப்லான்டிக் வகை (ஒருமை மற்றும் இருமை நியூக்ளியகங்கள் பெற்றவை) (எ.கா.) சாக்கரோமைசிஸ் சிருவிசியே

3. டிப்ளோபையான்டிக் வகை (இருமை நியூக்ளியங்கள் பெற்றவை) (எ.கா.) சாக்கரோமைக்கோ லுட்விகி.

சாக்கரோமைசிஸ் செரிவிஸியே (*Saccharomyces cerevisiae*) வில், உணவுப்பொருள் அதிகமாக உள்ள பொழுது மொட்டுவிடல் முறையில் சேய் செல்கள் தோன்றுகின்றன. (படம் 3.24.ஆ) ஒவ்வொரு முறையும் இவ்வாறு குன்றாப் பிரிவில் முகிழ்தல் முறையில் சேய்ச்செல் தோன்றும்பொழுது, ஒரு ஈஸ்ட்செல் ஒரு மொட்டுவடு (bud scar) பெறுகிறது. ஒரு ஈஸ்ட் செல்லில் இவ்வாறு வடுஏற்படாதப் பகுதியே இல்லாமல் போகும் பொழுது, அது இறக்கிறது. உணவின்றி பட்டினியால் வாடும் போது, ஒரு ஈஸ்ட்செல் குன்றல் பிரிவு முறையில் நான்கு சேய்ச்செல்கள், ஒரு தாய்ச்செல்லுக்குள்ளேயே உருவாகின்றன. அவை கடினமான (rugged) செல்சுவருடன் காணப்படும். இந்த நிலையில் அவை மறுபடியும் தக்க, உணவுள்ளச் சூழலுக்காகக் காத்திருக்கின்றன. சூழல் சாதகமாகும் போது தாய்ச்செல் வெடித்து நான்கு ஆல்பா பால் செல்கள் (sexed 'a' or alpha) வெளியேறுகின்றன. அவை குன்றாப்பிரிவு முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்ய வல்லன. சில நேரங்களில் இரண்டு ஒருமை நியூக்ளியகங்களைப் பெற்ற செல்கள் ஒன்றிணைந்து இருமை நியூக்ளியகமுடைய செல்லாக மாறுகிறது. அவ்வாறு மாறுபவை, முகிழ்தல்



படம் 3.24 ஸாக்கரோமைசஸ் செர்விஸ்யேவின் வாழ்க்கைச் சுழற்சிகள் (அ) ஒரு ஈஸ்ட் செல்லின் ஒருமை (Haploid) மற்றும் (Diploid) நிலைகள் உணவூட்டத்திற்கேற்ப மாறுபடுதல் (ஆ) ஈஸ்டில் முகிழ்தல் முறையில் இனப்பெருக்கம் (இ) ஈஸ்டில் வித்துக்கள் உற்பத்தி (ஈ) ஈஸ்ட் பாலினப் பெருக்கம்

முறையில் இனப்பெருக்கம் அந்தச் செல்கள் முதிர்ச்சியடையும் முன்பே கூட செய்கின்றன (படம் 3.24.ஈ). இந்த நான்கு ஈஸ்ட் வாழ்க்கைச்சுழற்சி நிலைகள் படங்கள் 3.24.அ. முதல் 3.24.ஈ வரை காட்டப்பட்டுள்ளன.

உ. பாசிகள் (ஆல்காக்கள்)

ஆல்காக்கள் என்ற வார்த்தை முதலில் நீர்த்தாவரங்களைக் குறிக்க உபயோகப்படுத்தப்பட்டது. ஆல்காக்கள் (அ) பாசிகள் என்பவற்றை உண்மை உட்கருவுள்ள. குளோரோபில்-ஏ மூலம் ஆக்ஸிஜன் விளைவிக்கும் ஒளிச்சேர்க்கைப் புரியும், உட்கருவுள்ள தாவரங்களிலிருந்து கடத்தும் நாளங்கள் இன்றியும், எளிய இனப்பெருக்க உறுப்புக்களை பெற்றும் மாறுபடுபவை என்றும் வரையறுக்கலாம். பாலினப் பெருக்கத்தில் முழு உயிரும் பால்செல்லாக செயல்படக்கூடியவை; ஒரு செல்லுடைய பாலணுவகம் (அ) காமிடாஞ்சியா பல பால் செல்களை உருவாக்கக்கூடியவை அல்லது பால் செல்கள், பல செல்லுடை பாலணுவகம் (அ) காமிடாஞ்சியா (அனைத்து செல்களும் கருவளம் உள்ளவை) விலிருந்து உற்பத்தியாகக்கூடும். தாவரங்களைப் போல, பாசிகளின் காமிடாஞ்சியா (அ) பாலணுவகம் கருவளமில்லாத செல்களைப் பெற்றிருப்பதில்லை.

அண்மைக்கால 18S ஆர். ஆர்.என்.ஏ (18S rRNA) ஆராய்ச்சி முடிவுகளின்படி ஆல்காக்களின் வகைகள் தனித்தனியாக தோன்றியவை என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளதால், இவற்றை ஒருவழி மரபுத்தோன்றிய தொகுதியாகக் (Monophyletic origin) கருத இயலாது. எனவே ஆல்காக்கள் என்ற வார்த்தையை மூலக்கூறு அடிப்படையிலான வகைப்பாட்டில் உபயோகப்படுத்த இயலாது. ஆனால் ஆல்காக்கள் (அ) பாசிகள் என்ற வார்த்தையை (அ) வரையறையை உட்கருவுள்ள வெளித்தோற்றத்திலும் இனப்பெருக்க முறையிலும் சூழல் சார்ந்த பண்புகளிலும், உயிர்வேதியச் செயல்களிலும் பல ஒற்றுமைகள் பெற்ற பாசியினங்களின் தொகுப்பிற்கு உபயோகிக்கலாம்.

விரவல்

ஆல்காக்கள் பொதுவாக நீரில் (நன்னீர், கடல் நீர் மற்றும் கழிமுகநீர்) மிதந்துகொண்டும் அல்லது நீரடிப்பகுதியில் ஒட்டிக்கொண்டும் காணப்படும். நீர்-வளி மண்டல இடைமுகத்தில் காணப்படும் சில ஆல்காக்களுக்கு நியூஸ்டானிக் என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளன. மிதவை ஆல்காக்கள் (Planktonic Algae) நுண்ணிய வடிவிலும், நீரில் தடையிலா மிதப்புயிரிகளாகவும் இருப்பவையாகும். மிதவை நுண் தாவரங்கள் (Phytoplankton) என்பவை நீரில் மிதக்கும் சிறிய ஆல்காக்கள்

மற்றும் தாவரங்கள் அடங்கியத் தொகுப்பாகும். சில ஆல்காக்கள் ஈரப்பதமுள்ள பாறைகள், மற்றும் ஈரப்பதமுள்ள மண்ணின் மேற்பரப்பு ஆகியவற்றில் வளரக்கூடியவை. சில ஆல்காக்கள், முதலுயிரிகள், மெல்லுடலிகள், புழுக்கள் மற்றும் பவழவிலங்குகள் ஆகியவற்றில் உள்இணை வாழ்விகளாக (endosymbionts) உள்ளன. பல ஆல்காக்கள்கள் பூஞ்சைகளுடன் இணைந்து லைகென்களை உருவாக்குகின்றன.

ஆல்காக்களின் வகைப்பாடு:

விட்டேக்கரின் ஐந்து பெருந்தொகுதி கோட்பாட்டின்படி ஆல்காக்களின் ஏழு பிரிவுகள் இரண்டு பெருந்தொகுதிகளில் பகிர்ந்து பட்டியலிடப்பட்டன (பட்டியல் 1). இந்த வகைப்பாடு செல்லமைப்பு அடிப்படையிலானது. மேலும் சில முக்கியப் பண்புகளான 1) செல்சுவர் 2) ஒளிச்சேர்க்கைப் பொருள் அல்லது உணவுப்பொருள் சேமித்து வைக்கப்படும் அமைப்பு 3) பச்சையம் மூலக்கூறுகள் மற்றும் அவற்றோடு இணைந்த நிறமிகளின் பண்புகள் 4) நீளிழைகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் அவை நகரும் செல்களில் இணைந்துள்ள இடங்கள் 5) செல் மற்றும் தாவர உடலத்தின் உருவமைப்பு 6) வாழிடம் 7) இனப்பெருக்க உறுப்புகள் மற்றும் 8) வாழ்க்கை அமைப்பு முறை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் அமையப்பெற்ற ஆல்காக்களின் பிரிவுகள் பட்டியல் 3.4ல் சுருக்கமாகத் தரப்பட்டிருக்கிறது.

பட்டியல்.3.4 ஆல்காக்களின் தொல்வழி வகைப்பாடு (classical classification of Algae) (ஐந்து பெருந்தொகுதி கோட்பாடு)

வ.எண்.	பிரிவு (பொதுப்பெயர்) (Division (Common Name)	பெருந்தொகுதி (Kingdom)
1.	க்ரைசோபைட்டா (Chrysophyta) (மஞ்சள் - பச்சை மற்றும் தங்கப்பழுப்பு ஆல்காக்கள், டையாட்டம்கள்)	புரோடிஸ்டா (Protista)
2.	யூக்ளினோபைட்டா (Euglenophyta) (ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் யூக்ளினா வடிவ நீளிழையுடையன)	புரோடிஸ்டா (Protista)
3.	பைரோபைட்டா (Pyrhophyta) (டைனோப்ளஜெல்லேட்டுகள் Dinoflagellates)	புரோடிஸ்டா (Protista)
4.	காரோயோபைட்டா (Charophyta) (ஸ்டோன்வொர்ட்டுகள், stoneworts)	புரோடிஸ்டா (Protista)

5.	குளோரோபைட்டா (Chlorophyta) (பச்சை ஆல்காக்கள்)	புரோடிஸ்டா (Protista)
6.	ஃபேயியோபைட்டா (Phaeophyta) (பழுப்பு ஆல்காக்கள்)	தாவரங்கள் (Plantae)
7.	ரோடோபைட்டா (Rhodophyta) (சிகப்பு ஆல்காக்கள்)	தாவரங்கள் (Plantae)

மூலக்கூறு அடிப்படை வகைப்பாட்டு முறைகள் (மரபுவழித் தோற்ற படங்கள் Phylogenetic diagrams) சில தொன்மையான ஆல்கா வகைகளை தாவரங்களுடனும் (எ.கா. பச்சை ஆல்காக்கள்) சிலவற்றை தனி மரபுவழியிலும் (எ.கா: சிவப்பு ஆல்காக்கள்) சிலவற்றை ஸ்ட்ராமெனோபைல்ஸ் (Stramenopiles) என்ற வகையிலும் (எ.கா.தங்கப்பழுப்பு மற்றும் மஞ்சள் பச்சை ஆல்காக்கள், பழுப்பு ஆல்காக்கள் மற்றும் டையாட்டம்கள்) சிலவற்றை அல்வியோலேட்டுகளுடனும் (alveolates) (எ.கா: டைனோப்ளஜெல்லேட்டுகள்) (dinoflagellates)), இன்னும் சிலவற்றை சில முதலுயிரிகளுடனும் இணைத்துள்ளன (படம் 3.25). இவற்றில் ஆல்வியோலேட்டுகள் மற்றும் ஸ்ட்ராமோனோபைல்கள் ஆகிய இரண்டு தொகுப்புகளும் மிக அண்மைக் காலத்தில் ஆர்.ஆர்.என்.ஏ. (rRNA) வடிவ ஒற்றுமைகள் மற்றும் எலெக்ட்ரான் நுண்பெருக்காடித்தோற்றம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்டவையாகும். அல்வியோலேட்டுகள் குழல்வடிவ கிரிஸ்டேக்கள் (tubular cristae) மற்றும் கீழ்ப்புறப்பைகள் கொண்ட மைட்டோகாண்ட்ரியன்கள் பெற்றவை. டைனோப்ளஜெல்லேட்டுகள் (Dinoflagellates), சிலியாவுள்ள முதலுயிரிகள் (ciliated protozoans) மற்றும் ஏபிகாம்பிளக்ஸன் முதலுயிரிகள் (apicomplexan protozoans) ஆகியவையும் இந்த அல்வியோலேட்டுகள் தொகுப்பில் சேரும். ஸ்ட்ராமெனோபைல்கள் (stramenophiles) குழல் வடிவ கிரிஸ்டேக்களுடைய (tubular cristae) மைட்டோகாண்ட்ரியன்கள் மற்றும் உள்ளீடற்ற இழைகள் (hollow hairs) (இவை பெரும்பாலும் நீளிழைகள் மேல் காணப்படும்) போன்றவற்றின் அடிப்படையில் தொகுக்கப்பெற்றவை. இவற்றில் ஒளிச்சேர்க்கை செய்பவை குளோரோபில் 'ஏ' மற்றும் 'சி' பெற்றவை. ஒபலினா வகை முதலுயிரிகள் (opalinid protozoans), ஊமைசெட்டுகள் (Oomycetes), டையாட்டம்கள் (Diatoms), பழுப்பு ஆல்காக்கள் (Brown algae) அல்லது பேயோபைட்டுகள் (Phaeophytes), க்ரைஸோபைட்டுகள் (Chrysophytes) மற்றும் ஸான்த்தோபைட்டுகள் (Xanthophytes) ஆகியவை சில ஸ்ட்ராமெனோபைல்களாகும். டையாட்டம்கள் அவற்றின் இழைகளை இழந்திருந்தாலும் அவை ஆர்.ஆர்.என்.ஏ. (rRNA), மைட்டோகாண்ட்ரியா அமைப்பு

மற்றும் சில பண்புகளின் அடிப்படையில் ஸ்ட்ராமெனோபைல்ஸ் என்ற வகையிலேயே சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

ஆல்காச் செல்லின் நுண்ணமைப்பு (Ultrastructure of Algal cell)

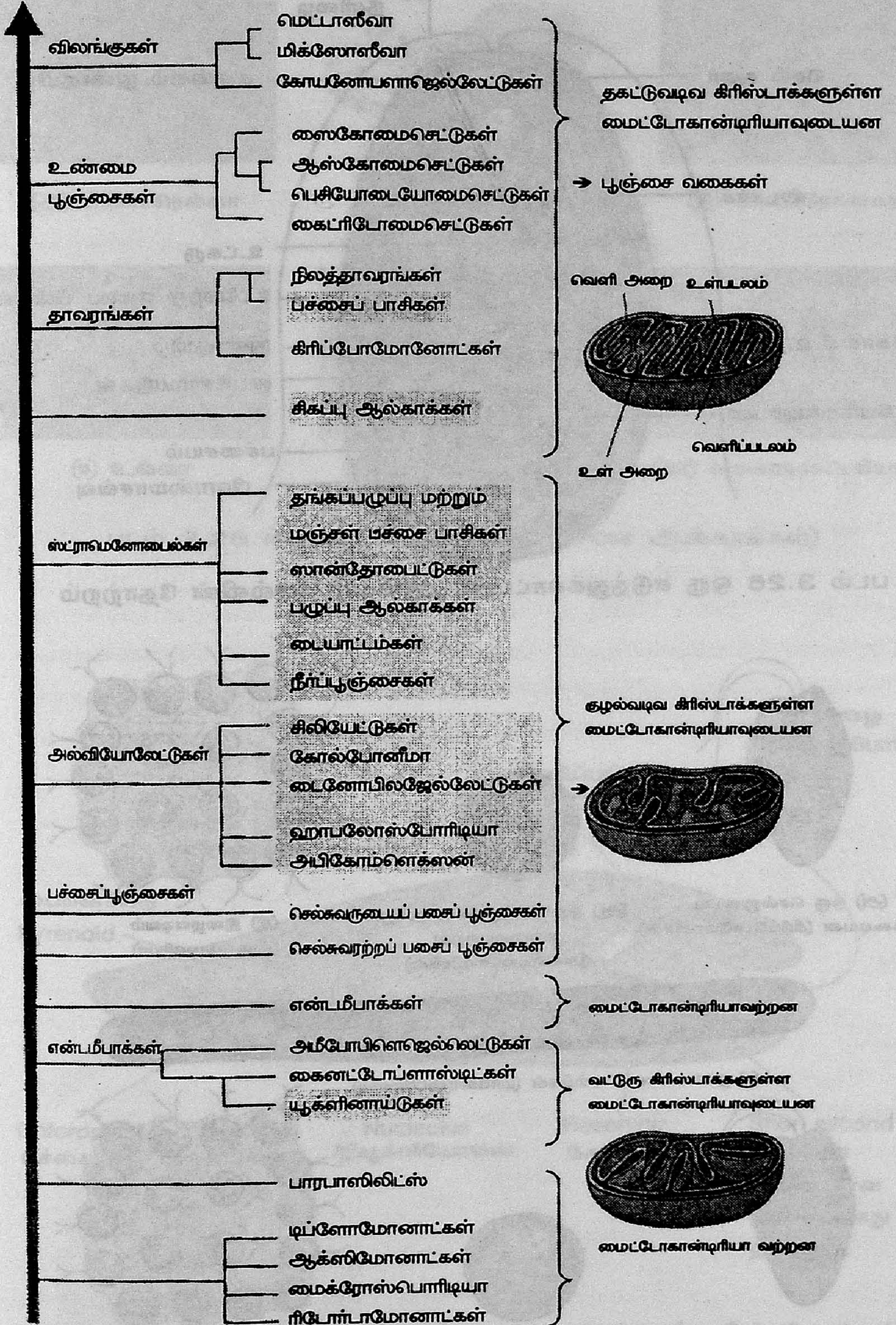
உட்கருவுள்ள ஆல்காச் செல்லானது ஒரு மெல்லிய உறுதியான செல்சுவரால் சூழப்பட்டிருக்கும் (படம். 3.26). சில ஆல்காச் செல்களின் செல்சுவரைச் சுற்றி பாக்டீரியாவின் பொதி உறை போன்ற, வளையக்கூடிய, ஜெலாட்டின் தன்மையுள்ள ஒரு பொருண்மைப் பொருள் (matrix) அமைந்திருக்கும். நீளிழைகள் (flagella) இருப்பின் அவை இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளாகச் செயல்படும். உட்கரு முறையான துளைகளுள்ள ஒரு உட்கரு உறையுடனும், நியூக்ளியோலஸ், குரோமேட்டின் மற்றும் உட்கரு நிணநீர் (Nucleolus, chromatin, karyolymph) ஆகியவற்றுடனிருக்கும். பச்சையங்கள் (Chloroplasts), தைலாகாய்டுகள் (thylakoids) என்ற உறைசூழ்ப்பைகளைப் (ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒளிவினை செய்வன ; light reaction of photosynthesis) பெற்றிருக்கும். இவை ஸ்டேராமா என்ற பகுதியில் (கரியமில வாயுச்சேர்க்கை நடைபெறும் இருள்வினை (dark reaction) நடைபெறுமிடம்) பதியப்பட்டுள்ளன. பச்சையத்தில், பைரினாய்டுகள் (pyrenoids) எனப்படும் அடர்ந்த புரதப்பொருள் பகுதி (சில சமயங்களில் சேமிக்கப்பட்ட ஸ்டார்ச்சைப் பெற்று) காணப்படலாம்.

மைட்டோகான்ட்ரிய வடிவம் ஆல்காக்களில் பெரிதும் வேறுபடுகிறது. சில ஆல்காக்கள் (யூக்ளினாய்டுகள்) தட்டுவடிவ கிரிஸ்டேக்களுடனும், சில நுண்செதில் வடிவ (lamellar) கிரிஸ்டேக்களுடனும் (பச்சை மற்றும் சிகப்பு ஆல்காக்கள்) எஞ்சியவை (தங்கப் பழுப்பு, மஞ்சள் - பச்சை, பழுப்பு ஆல்காக்கள் மற்றும் டையாட்டம்கள்) குழல் வடிவ கிரிஸ்டேக்களையும் பெற்றிருக்கின்றன.

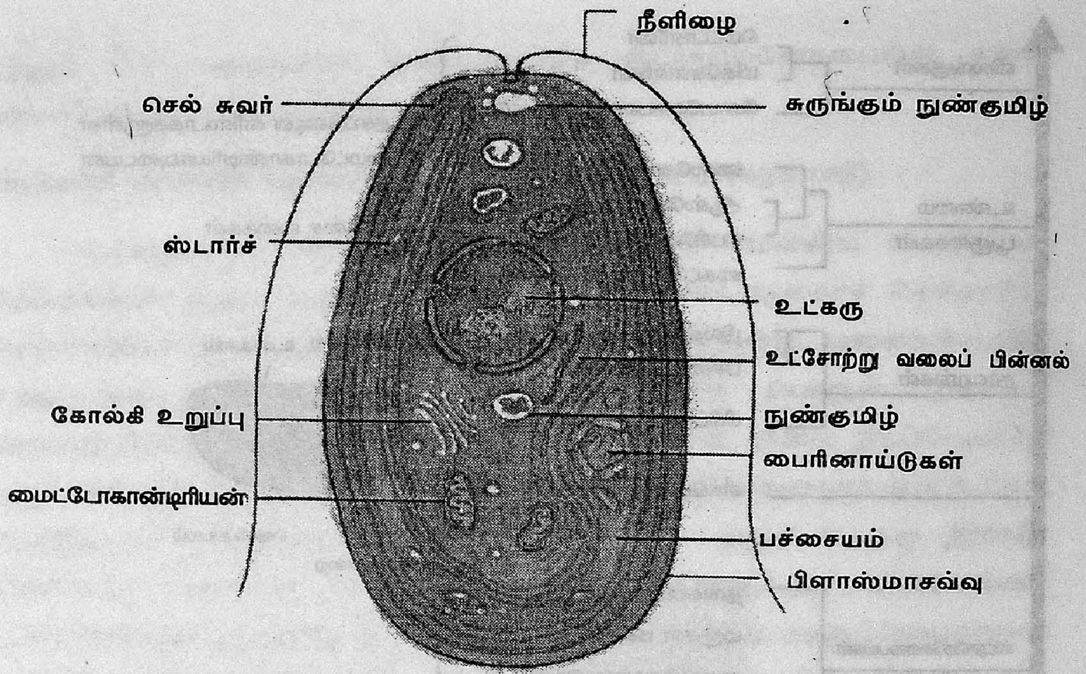
ஆல்காக்களின் பல வடிவங்கள் படம் 3.25 முதல் படம் 3.31 வரையுள்ள படங்களில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

ஆல்காக்களின் உணவூட்டம் (Algal nutrition)

ஆல்காக்கள் சுயமாக உணவீட்டம் (autotrophic) அல்லது சார்பு உணவீட்டம் (hetrotrophic) செய்யக்கூடியவை. பெரும்பாலானவை ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் சுய உணவீட்டம் (photoautrophic) செய்பவை. அவற்றிற்கு கார்பன், ஒளி மற்றும் கரியமிலவாயு (light and CO_2) உள்ளிட்ட சக்தி மூலம் ஆகியவை ஒளிச்சேர்க்கைக்குத் தேவை. வேதிப் பொருள் சார்பு உணவீட்டம் செய்யும் ஆல்காக்களுக்கு வெளிப்புறத்திலுள்ள கரிமப் பொருட்கள் கார்பன் மற்றும் சக்தி மூலங்களாகத் தேவைப்படும்.



படம் 3.25 ஆல்காக்களின் பல மரபு வழித் தோற்றம் (Polyphyletic Origin)



படம் 3.26 ஒரு எடுத்துக்காட்டான ஆல்காச் செல்லின் தோற்றம்

(அ) ஒரு செல்லுடைய நகரக்கூடியன (கிரிப்டோமோனாஸ்)

(ஆ) ஒரு செல்லுடைய நகரும் தன்மையற்றன (பால்மெல்லோப்ஸிஸ்)

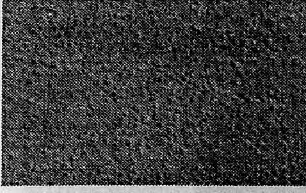
(இ) இழைவடிவம் (ஸ்பைரோடீனியா)

(ஈ) தட்டையான செல்ப்கள் (மானோஸ்ட்ரோமா)

(உ) இலை வடிவ, குழாய் போன்ற அச்சுடைய, பிரிந்த நுண்ணிழை முடிச்சுக்களுடையவை (ஸ்டீஜியோக்லோனியம்)

(ஊ) ஒரு செல்லுடைய நகரும் தன்மையற்றன (க்ரைஸோகேப்ஸா)

படம் 3.27 ஆல்காக்களில் பல வடிவங்கள்



(அ) க்ளோரெல்லா



(ஆ) வால்வாக்ஸ்



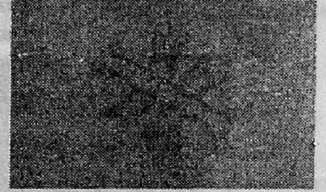
(இ) ஸ்பைரோகைரா



(ஈ) உல்வா

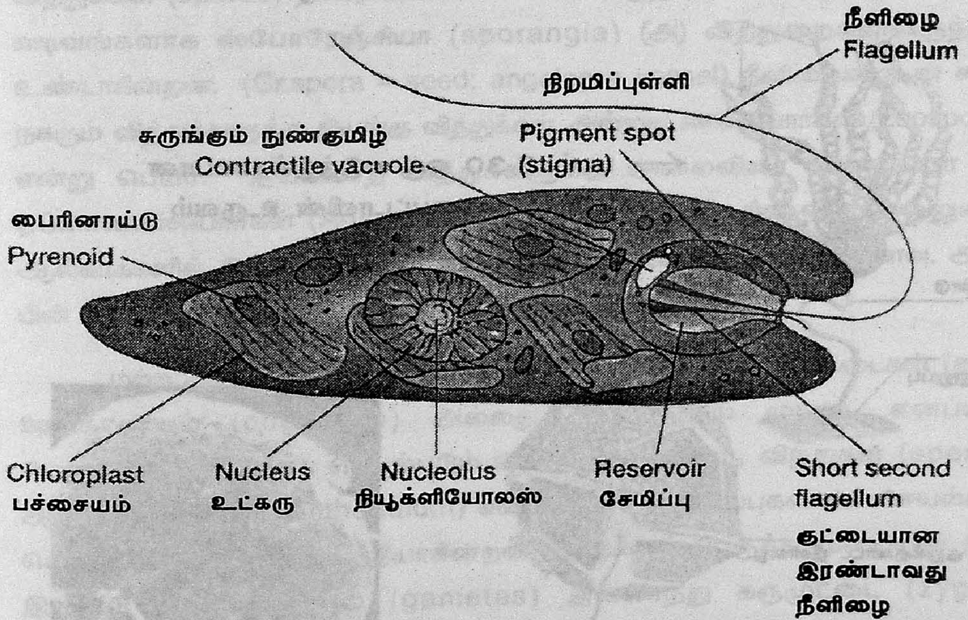


(உ) அசெட்டபுலேரியா



(ஊ) மைக்ராஸ்டெரியாஸ்

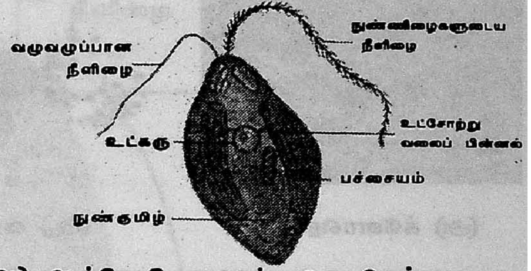
படம் 3.28 க்ளாரோபைட்டாக்கள் (பச்சை ஆல்காக்கள்)



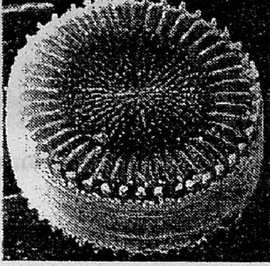
படம் 3.29 யூக்ளினா (யூக்ளினாய்டு வகை ஆல்காக்களின் தோற்றம்)



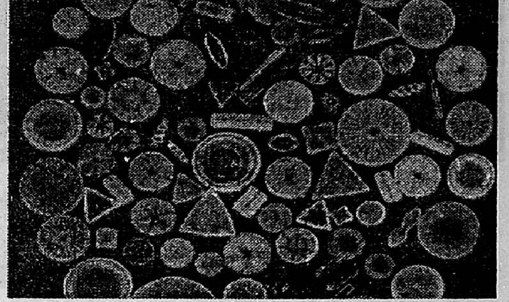
(அ) மல்லோமோனாஸின் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி வடிவம்



(ஆ) ஆக்ரோமோனாஸ், ஒரு செல்லுடைய கிரைஸோபைட்

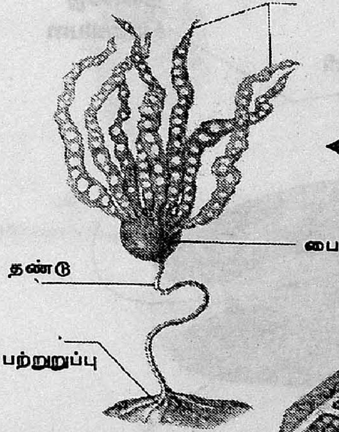


(இ) சைக்ளோடெல்லாவின் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி வடிவம்

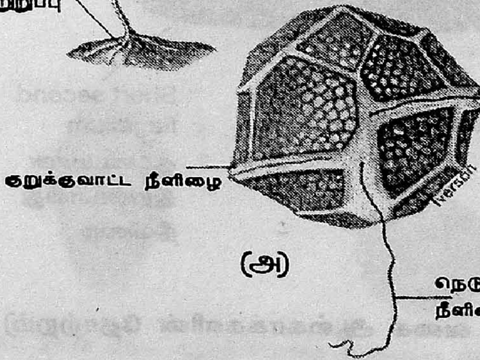


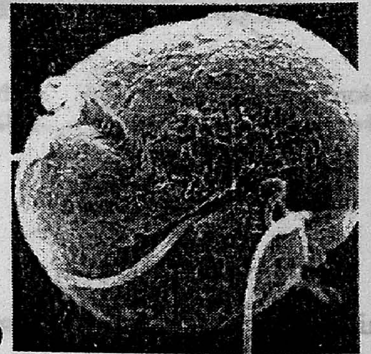
(ஈ) பலவிதமான டையாட்டம்கள்

படம் 3.31 க்ரைஸோபைட்டா (மஞ்சள் - பச்சை மற்றும் தங்கப்பழுப்பு ஆல்காக்கள், டையாட்டம்கள்)



← படம் 3.30 ஒரு எடுத்துக்காட்டான பேயியோபைட்டாவின் உருவம்





படம் 3.32 (அ) செராட்டியம் (ஆ) ஜிம்னோடினியத்தின் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி வடிவம்

ஆல்காக்களின் தழை உடலம் (Algal thallus)

ஆல்காக்களின் தழை உடலத்திற்கு தாலஸ் (thallus) என்று பெயர். அவை ஒரு செல்லுடன் மிக எளிய அமைப்பிலிருந்து மிகவும் சிக்கலான பலசெல்களுடைய வடிவங்களையும் (எ.கா. ராட்சச கெல்ப்கள் giant kelps) பெற்றிருக்கும். ஒரு செல் ஆல்காக்கள் ஒரு பாக்டீரியம் அளவு மிகச் சிறியதாகவும், கெல்ப்கள் சுமார் 75m நீளம் கூட உள்ளதாகவுமிருக்கக்கூடும். ஆல்காக்கள் ஒருசெல்லுடையவை, காலனி வடிவம், இழை வடிவம், படல வடிவம், குழல் வடிவம் என்று பல வடிவங்களில் காணப்படும் (படம் 3.27). பலவகை ஆல்காக்கள் படம் 3.28 முதல் 3.32 வரை காட்டப்பட்டுள்ளன.

ஆல்காக்களின் இனப்பெருக்கம்

சில ஒருசெல் ஆல்காக்கள் பாலிலா இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இவ்வகை இனப்பெருக்கத்தில் பால்செல்கள் இணைந்து கருமுட்டை உருவாக்கப்படுவதில்லை. ஆல்காக்களில் பாலிலா இனப்பெருக்கம் மூவகைப்படும். (1) துண்டாக்குதல் (fragmentation) (2) வித்து உருவாக்கம் (spore formation) 3) இரட்டைப்பிளவு (binary fission). துண்டாகுதல் முறையில் தாவர உடலம் உடைந்து ஒவ்வொரு துண்டும் ஒரு புதிய தாவர உடலமாக வளருகிறது. வித்துக்கள் (spores) தாவர உடலச் செல்களிலிருந்தோ அல்லது சிறப்பமைந்த வடிவங்களாக ஸ்போரேஞ்சியா (sporangia) (அ) வித்துறைகளிலிருந்தோ உண்டாகின்றன. (Gr.spora = seed; angeion = vessel) நீளிழைகளுடன் கூடிய நகரும் வித்துக்களுக்கு இயங்கு வித்துக்கள் அல்லது ஸூஸ்போர்கள் (zoospores) என்று பெயர். இயங்காத வித்துக்களுக்கு அலைவிலா வித்துக்கள் (அ) ஏப்ளானாஸ்போர்கள் (Aplanaspores) என்று பெயர். சில ஒரு செல்லுடைய ஆல்காக்களில் இரட்டைப்பிளவு (binary fission) நடக்கிறது (உட்கரு பிளவு, அதன் பின் உட்சோறு பிரிவு (அ) சைட்டோபிளாசம் பிரிவு).

மற்ற ஆல்காக்கள் பாலினப் பெருக்கம் செய்கின்றன. முட்டைகள் (eggs) ஊகோனியம் (oogonium) அல்லது மூலத் தாய் முட்டை எனப்படும் பெண்ணுறுப்புகளாகச் செயல்படும் செல்களிலிருந்தும், விந்துகள் (sperms) ஆண்புணரிக்கலம் (antheridium) எனப்படும் ஆணுறுப்புகளாகச் செயல்படும் செல்களிலிருந்தும் உற்பத்தியாகின்றன. பாலினப் பெருக்க முறையில் இந்த இரண்டு பாலணுக்களும் (gametes) இணைந்து கருமுட்டை (zygote) உண்டாகிறது.

4

நுண்ணுயிர் உடற்செயலியல்

(MICROBIAL PHYSIOLOGY)

அ. நுண்ணுயிர் உணவீட்டம் (Microbial Nutrition)

I. நுண்ணுயிர்களுக்கு தேவையான பொதுவான ஊட்டச் சத்துக்கள் :

நுண்ணுயிர்ச் செல்களின் பகுப்பாய்வின்படி சுமார் 95% சதவிகிதத்திற்கு அதிகமாக செல்லின் உலர் எடை கார்பன், ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், கந்தகம், பாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம், கால்சியம், மக்னீசியம் மற்றும் இரும்புச் சத்துக்களடங்கிய பத்து முதன்மை மூலகங்களாலானது. இவை முதன்மை மூலகங்கள் (Macro elements) அல்லது முதன்மை ஊட்டப் பொருட்கள் (Macronutrients) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் இவை நுண்ணுயிர்களுக்கு மற்ற ஊட்டச்சத்துக்களுடன் ஒப்பிடுகையில் பெருமளவு தேவைப்படுகின்றன. இவற்றில் முதல் ஆறு மூலகங்கள் (C, O, H, N, S மற்றும் P) கார்போஹைட்ரேட்டுகள், லிப்பிடுகள், புரோட்டீன்கள் மற்றும் நியூக்ளிக் அமிலங்கள் ஆகியவற்றின் முக்கியக் கூறுகளாகும். மற்ற நான்கு முதன்மை மூலங்களும் செல்லில் நேர்மின்மப் பொருட்களாக (cations) பல முக்கியச் செயல்களில் பங்கு வகிக்கின்றன. உதாரணமாக பொட்டாசியம் (K^+) பல நொதிகளின், முக்கியமாக புரதத் தொகுப்பில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கும் நொதிகளின் சரியான செயல்பாட்டிற்கு இன்றியமையாததாகும். அதுபோலவே, கால்சியம் (Ca^+) பாக்டீரிய உள்வித்துக்களின் (endospores) வெப்பத் தடையமைவிற்கு (hear resistance) முக்கியப் பங்களிக்கிறது. மக்னீசியம் (Mg^+) பல நொதிகளில் இணைக்காரணி (cofactor) ஆகவும், ஏ.டி.பி (ATP) யுடன் கூட்டுப் பொருளாகவும், ரிபோசோம்கள் மற்றும் செல்படலங்களை உறுதிப்படுத்தும் பொருளாகவும் செயல்படுகின்றது. இரும்பு (Fe^{2+} மற்றும் Fe^{3+}) சைட்டோகுரோம்களில் ஒரு பகுதியாகவும், நொதிகள் மற்றும் மின்னணு - தாங்கிச் செல்லும் புரதங்களின் இணைக்காரணியாகவும் செயல்படுகின்றது.

நுண்ணுயிர்கள் உள்ளிட்ட அனைத்து உயிர்களுக்கும் நுண்ணூட்டச்சத்துகள் (micronutrients) அல்லது மிகச்சிறிய அளவில் உள்ள தனிமங்கள் (trace elements) தேவை. இவை மாங்கனீசு, துத்தநாகம், கோபால்ட், மாலிப்டீனம், நிக்கல் மற்றும் தாமிரம் போன்றவையாகும். ஆனால், செல்களுக்கு இவை மிகக்குறைந்த அளவிலேயே தேவைப்படுகின்றன. மேலும் நீர், கண்ணாடிக்கலன்கள் மற்றும் சாதாரண வளர் ஊடகங்கள் போன்றவற்றில்

காணப்படும் தூய்மைக் கேடுகளில் இவை நுண்ணுயிர் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான அளவில் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. எனவே இவற்றின் சரியான தேவையளவைக் கண்டுபிடிப்பது மிகவும் கடினமாகும். இயற்கையில் இந்த நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் பெருமளவில் காணப்படுவதால் இவை நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு காரணியல்ல. நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் பொதுவாக நொதிகள் மற்றும் அவற்றின் இணைக் காரணிகளில் ஒருபகுதியாகவும், பல உயிர்வேதிய வினைகளில் கிரியா ஊக்கிகளாகவும் மற்றும் புரதத்தின் கட்டமைப்பை உறுதிப்படுத்துவதிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. உதாரணமாக, துத்தநாகம் (Zn^{2+}) சில நொதிகளின் செயலிடங்களாகவும் (active sites) மற்றும் *ஈ.கோலி* ஆஸ்பார்டேட் கார்போமைல் டிரான்ஸ்பெரேஸ் (*E.coli* aspartate carbomyl transferase) என்ற நொதியின் முறைப்படுத்தும் (regulatory) மற்றும் கிரியா ஊக்கியாக செயல்படும் (catalytic) துணை அலகுகளின் (subunits) இணைவில் பங்களிப்பனவாகவும் உள்ளன. மாங்கனீசு (Mn^{2+}) பாஸ்பேட்டுகளை இடமாற்றம் செய்யும் நொதிகளில் கிரியா ஊக்கியாகவும், மாலிப்டினம் (MO^{2+})நைட்ரஜனாக்கத்திலும் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. கோபால்ட் (CO^{2+}) வைட்டமின் பி$_{12}$ (B_{12})ன் ஒரு கூறாகும்.

மேற்கண்ட முதன்மை மற்றும் நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் தவிர சில நுண்ணுயிர்களுக்கு அவற்றின் உருவமைப்பு மற்றும் சூழல் சார்ந்த சில தனிவகை ஊட்டத் தேவைகளுமுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக டையாட்டம்களுக்கு செல்சுவர் உண்டாக்கத் தேவையான சிலிக்கா [$(SiO_2)n$]விற்கு சியாலிக் அமிலங்கள் (Hi SiO_4) தேவை. அதுபோலவே, பெரும்பாலான பாக்டீரியாக்களுக்கு சோடியம் அதிக அளவில் தேவையில்லையென்றாலும், உப்பு ஏரிகள் மற்றும் கடல்களில் வாழும் பாக்டீரியாக்களுக்கு சோடியம் அடர்த்தி அதிகமுள்ள ஊடகங்கள் தேவை.

இறுதியாக, நுண்ணுயிர்களுக்கு ஊட்டச்சத்துக்கள் சமச்சீரளவுள்ள ஊடகம் தேவை. ஒரு இன்றியமையா ஊட்டச்சத்து குறைவானால் கூட (மற்ற அனைத்து ஊட்டச்சத்துக்களும் போதுமான அளவில் இருந்தால் கூட) அவற்றின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும்.

II. நுண்ணுயிர்களின் கார்பன், ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் தேவைகள் :

நுண்ணுயிர்களின் கார்பன், ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் தேவைகள் ஒருங்கிணைந்த முறையில் நிறைவேற்றப்படுகின்றன. கார்பன், அனைத்து கரிம மூலக்கூறுகளின் சட்டகம் (அ) முதுகெலும்பு போன்ற அமைப்பிற்குத் தேவையான ஒரு மூலகமாகும். மேலும் கார்பனுக்கு ஆதாரமான மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் ஆக்ஸிஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களை அளிக்கும் காரணிகளாகவும்

உள்ளன. இந்தக் கரிச் சத்துக்கள் பெரும்பாலும் ஒடுங்கிய நிலையிலும் (reduced form), மற்ற மூலக்கூறுகளுக்கு எலெக்ட்ரான்களை அளிக்கக்கூடியவைகளாகவும் இருப்பதால் இவை செல்களுக்கு சக்தி ஆதாரங்களாக உள்ளவை. உண்மையில், எந்த அளவிற்கு ஒரு கரிம மூலக்கூறு ஒடுங்கிய நிலையிலுள்ளதோ, அந்த அளவிற்கு அவற்றின் சக்தி அளவு அதிகமாயிருக்கும். (எ.கா. லிப்பிடுகளில் சக்தி அளவு கார்போஹைட்ரேட்டுகளை விட அதிகம்). இது எலெக்ட்ரான்கள் ஒடுங்கிய நிலையிலுள்ள கொடையளிக்கும் (donors) மூலக்கூறுகளிலிருந்து (அதிக அளவுள்ள எதிர் ஒடுங்கு மின்னழுத்தமுள்ள மூலக்கூறுகள்) ஆக்ஸிஜனாக்கம் பெற்ற எலெக்ட்ரான் உள்வாங்கிகளை (அதிக அளவு நேர்அழுத்தமுள்ள) நோக்கிச் செல்லும் பொழுது ஏற்படும் சக்தி பரிமாற்றத்தால் நிகழ்கிறது. எனவே கார்பன் ஆதாரங்கள் சக்தி ஆதாரங்களாகவும் செயல்படுகின்றன.

ஹைட்ரஜனையோ அல்லது சக்தியையோ அளிக்காத ஒரு முக்கியமான கார்பன் ஆதாரம் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு (CO_2) ஆகும். ஏனெனில் இது, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஆக்ஸிஜனாக்கம் பெற்று, ஹைட்ரஜன் இன்றி இருப்பதாலாகும். அனைத்து நுண்ணுயிர்களும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை ஒடுக்கி கரிம மூலக்கூறுகளில் பொருத்தும் இயல்பைப் பெற்றிருக்கக்கூடிய வாய்ப்புள்ளவையாகும். ஆனால், தன்னூட்ட உயிர்கள் அல்லது தனிவழி உணவீட்டிகள் (autotrophs) என்பவையே கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை அவற்றின் பிரதான கார்பன் ஆதாரமாக உபயோகிக்கக்கூடியவை என்று வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. பல நுண்ணுயிர்கள் தன்னூட்டம் செய்யக்கூடியவை. மேலும் அவை ஒளிச்சேர்க்கை செய்து ஒளியைச் சக்தி ஆதாரமாகக் கொண்டவை. சில தன்னூட்ட நுண்ணுயிர்கள் கனிமப் பொருட்களை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்து, எலெக்ட்ரான் பரிமாற்றம் மூலம் சக்தியைப் பெறுகின்றன.

கார்பன்-டை- ஆக்ஸைடு ஒடுக்கம் என்பது அதிக அளவு சக்தி செலவாகும் செயல் என்பதால், பல நுண்ணுயிர்கள் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை மட்டுமே தமது கார்பன் ஆதாரமாக கொள்ள இயலாது. ஆகவே அவை குளுகோஸ் போன்ற ஒடுக்கம் பெற்ற, கரிமக்கூட்டுப் பொருட்களைத் தங்களுடைய கார்பன் ஆதாரமாகக் கொண்டுள்ளன. அத்தகைய ஒடுக்கம் பெற்ற, முன்னுருவாக்கப்பட்ட (preformed) கரிம மூலக்கூறுகளை கார்பன் ஆதாரமாக உபயோகிக்கும் உயிர்களுக்கு சார்ந்துண்ணிகள் (heterotrophs) என்று பெயர். பெரும்பாலான சார்ந்துண்ணிகள் ஒடுக்கம் பெற்ற கரிம மூலக்கூறுகளை கார்பன் மற்றும் சக்தி ஆதாரங்களாக உபயோகிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக அவற்றில் சர்க்கரைச்சிதைவானது (glycolysis) உயிர்ப்பொருள் உற்பத்தி (biosynthesis),

மற்றும் ஏ.டி.பி. (A.T.P.) யாகவும் என்.ஏ.டி.ஹச் (NADH) ஆகவும் சக்தி வெளியிடுதல் போன்றவற்றிற்குத் தேவையான கார்பன் சட்டகங்களை வெளியிடுகின்றது.

III. உணவீட்டம் அடிப்படையில் நுண்ணுயிர் வகைகள் :

கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் மட்டுமின்றி அனைத்து உயிர்களின் வளர்ச்சிக்கும் சக்தி மற்றும் எலெக்ட்ரான்களின் ஆதாரங்கள் தேவை. இத்தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்யும் விதங்களின் அடிப்படையில் நுண்ணுயிர்களை பல உணவீட்ட வகைகளாகப் பிரிக்கலாம் (பட்டியல் 4.1). நுண்ணுயிர்களை அவற்றின் கார்பன் ஆதாரங்களின் அடிப்படையில் தன்னூட்ட உயிர்கள் அல்லது சார்ந்துண்ணிகள் என்று இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம் என்று முன்பே கண்டோம். உயிர்களுக்கு இரண்டு சக்தி ஆதாரங்களே உண்டு. அவையாவன : 1) ஒளிச்சக்தி மற்றும் 2) கரிம (அ) கனிம மூலக்கூறுகளை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்வதின் மூலம் பெறப்படும் சக்தி. ஒளிவாழ்விகள் (அ) ஒளிவழி உணவீட்டிகள் (phototrophs) ஒளியை சக்தி ஆதாரமாக உபயோகிக்கின்றன. வேதிய வாழ்விகள் (அ) வேதிய வழி உணவீட்டிகள் (chemotrophs) வேதிப்பொருட்களை (கரிம அல்லது கனிமக் கூட்டுப் பொருட்கள்) ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்வதினால் சக்தியைப் பெறுகின்றன. நுண்ணுயிர்களுக்கு இரண்டுவகை எலெக்ட்ரான் ஆதாரங்களே உண்டு. கல்வாழிகள் (அ) கனிமவாழ்விகள் (Lithotrophs) (அதாவது பாறை உண்ணிகள்) ஒடுக்கப்பட்ட கனிமப் பொருட்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களைப் பெறுகின்றன. அதே சமயம், கரிம வாழிகள் (Oraganotrophs) கரிமச் சேர்மங்கள் (அ) கரிமக் கூட்டுப் பொருட்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களைப் பெறுகின்றன.

பட்டியல் 4.1 : கார்பன், சக்தி மற்றும் எலெக்ட்ரான் பெறும் ஆதாரங்கள் அல்லது மூலங்கள் அடிப்படையில் நுண்ணுயிர்களின் வகைகள்

I. கார்பன் மூலங்களின் அடிப்படையில்	
தன்னூட்ட உயிர்கள் (அ) தன்வழி உணவீட்டிகள் (Autotrophs)	கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை முக்கிய கார்பன் ஆதாரமாகக் கொண்டவை
சார்ந்துண்ணிகள் (அ) பிறவழி உணவீட்டிகள் (Heterotrophs)	ஒடுக்கப்பட்ட, முன்னாலேயே உற்பத்தி செய்யப்பட்ட (மற்ற உயிர்களிடமிருந்து) கரிமப் பொருட்களிலிருந்து கார்பன் பெறுபவை

II. சக்தி ஆதாரத்தின் அடிப்படையில்	
ஒளி வாழ்விகள் (அ) ஒளிவழி உணவீட்டிகள் (Phototrophs)	ஒளியைச் சக்தி ஆதாரமாகக் கொண்டவை
வேதிய வாழ்விகள் (அ) வேதிய வழி உணவீட்டிகள் (chemotrophs)	கரிம (அ) கனிமப் பொருட்களை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்து சக்தியைப் பெறுபவை.

III. எலெக்ட்ரான் ஆதாரங்கள் அடிப்படையில்	
கனிம வாழ்விகள் (lithotrophs)	ஒடுக்கப்பட்ட (reduced) கனிமப் பொருட்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான் பெறுபவை.
கரிம வாழ்விகள் (organotrophs)	கரிமக்கூட்டுப் பொருட்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான் பெறுபவை.

மிகப்பெரிய அளவில் வளர்சிதை மாற்ற வேறுபாடுகளைப் பெற்றிருப்பினும், பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்களை அவற்றின் கார்பன் சக்தி மற்றும் எலெக்ட்ரான் ஆதாரங்களின் அடிப்படையில் கீழ்க்கண்ட நான்கு வகைகளில் ஏதாவது ஒன்றில் வைக்கலாம் (பட்டியல் 4.2). இதுவரை அறியப்பட்ட மிகப்பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்கள் (1) ஒளி-கனிம தன்னூட்ட உயிர்கள் அல்லது ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் கனிம ஆதார தன்வழி உணவீட்டிகள் (Photolithotrophic autotrophs) (2) வேதிய - கரிம சார்ந்துண்ணிகள் (Chemoorganotrophic heterotrophs) என்ற இரு வகைகளில் அடங்கும். ஒளி - கனிம தன்னூட்ட உயிர்கள், வேதிய வழி கரிம ஆதார பிறவழி உணவீட்டிகள் என்பவை ஒளியை சக்தி ஆதாரமாகவும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை கார்பன் ஆதாரமாகவும் கொண்டவையாகும். உட்கருவுடைய பாசிகள் (Eukaryotic algae) மற்றும் சையனோபாக்டீரியாக்கள் (cyanobacteria) நீரை எலெக்ட்ரான் அளிக்கும் பொருளாகப் பெற்று ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகின்றன. கருஞ்சிவப்பு மற்றும் பச்சை கந்தக பாக்டீரியாக்களால் நீரை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்து எலெக்ட்ரான்களைப் பெற இயலாது; எனவே அவை ஹைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் சல்பைடு மற்றும் தனிமக் கந்தகம் (elemental sulfur) போன்ற கனிமப் பொருட்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களைப் பெறுகின்றன. வேதிய-கரிமச் சார்ந்துண்ணிகள் என்பவை கரிமக்கூட்டுப் பொருட்களை கார்பன், சக்தி,

ஹைட்ரஜன் மற்றும் எலெக்ட்ரான்களுக்கு ஆதாரமாகக் கொண்டவை. பல சமயங்களில் ஒரே கரிம ஊட்டச்சத்து மேற்கண்ட அனைத்துத் தேவைகளையும் அளிக்கக்கூடும். அடிப்படையில் அனைத்து நோயூக்கம் செய்யும் நுண்ணுயிர்களும் வேதிய-கரிமச் சார்ந்துண்ணிகளாகும்.

மற்ற இருவகை உணவீட்ட வகைகளில் மிகச்சில நுண்ணுயிர்களே இருப்பினும் அவை பெரும்பாலும் சூழலியல் முக்கியத்துவம் பெற்றவையாகும். சிலவகை கருஞ்சிவப்பு மற்றும் பச்சை பாக்டீரியாக்கள் ஒளிச்சேர்க்கை புரிபவையானாலும், கரிமப் பொருட்களை எலெக்ட்ரான் மற்றும் கார்பன் ஆதாரங்களாக உபயோகப்படுத்துகின்றன. இவ்வகை ஒளி-கரிம சார்ந்துண்ணிகள் (Photoorganotrophic heterotrophs or photorgano heterotrophs) சூழல் மாசுபட்ட ஏரிகள் மற்றும் ஓடைகளில் வாழ்பவை. இவ்வகையில் சில பாக்டீரியாக்கள் ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் தன்னூட்ட உயிர்களாகவும், ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளை எலெக்ட்ரான் வழங்கிகளாகவும் பெற்றவை. நான்காவது வகையான வேதிய-கனிம சார் தன்னூட்ட உயிர்கள் (chemolithotrophic autotrophs or chemolithoautotrophs) ஒடுங்கிய நிலையிலுள்ள (reduced) இரும்பு, நைட்ரஜன் அல்லது கந்தக மூலக்கூறுகளை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்வதினால் கிடைக்கும் சக்தி மற்றும் எலெக்ட்ரான்களை உயிர்ப்பொருட்கள் உற்பத்திக்கு (biosynthesis) பயன்படுத்துகின்றன. இவற்றில் கார்பன்- டை-ஆக்ஸைடு கார்பன் மூலப்பொருளாகும். சில வேதிய-கனிம வாழிகள் (chemolithotrophs) கார்பனை பிற கனிமப் பொருட்களிலிருந்து பெறுவதால் இவற்றில் சில சார்ந்துண்ணிகளாகவும் உள்ளன. வேதிய-கனிம வாழ்விகள் தனிமங்கள் இயற்கையில் மாற்றம் பெறுவதிலும் அவற்றின் சூழ்நிலை மண்டலச்சுழற்சியிலும் (எ.கா. அம்மோனியா நைட்ரேட்டாக மாற்றம் பெறுதல், கந்தகம் (அ) சல்பர் சல்பேட்டாக மாற்றம் பெறுதல்) பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன.

சாதாரணமாக ஒரு நுண்ணுயிர் இனம், மேற்கண்ட ஏதாவது ஒருவகையை மட்டுமே சார்ந்திருக்க முடியுமென்றாலும், சில நுண்ணுயிர்கள் பெரிய அளவில் வளர்சிதை மாற்ற, வளைந்து கொடுக்கும் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, பல கருஞ்சிவப்பு, கந்தமில்லா பாக்டீரியாக்கள் (purple non-sulfur bacteria) ஒளி-கரிம சார்ந்துண்ணிகளாக ஆக்ஸிஜனில்லா நிலையிலும், வேதிவாழ்விகளாக (chemotrophs) ஆக்ஸிஜனுள்ள நிலையிலும் செயல்படுகின்றன. மேலும் இவற்றில் ஆக்ஸிஜன் மிகக்குறைந்த அளவில் இருக்கும் போது ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் ஆக்ஸிஜனூட்டமுள்ள வளர்சிதை மாற்றமும் ஒருங்கே நடைபெறும். மற்றுமொரு எடுத்துக்காட்டான பெக்கியடோவா

பட்டியல் 4.2. உணவீட்டத்தின் அடிப்படையில் நுண்ணியிர்களின் முக்கிய வகைகள்

முக்கிய வகைகள்	ஹைட்ரஜன் / எலக்ட்ரான் மற்றும் கார்பன் ஆதாரங்கள்	எடுத்துக்காட்டான நுண்ணுயிர்கள்
ஒளி-கனிம தன்னூட்ட உயிர்கள் (Photolithotrophic autotrophy or photolithoautotrophy)	ஒளிச் சக்தி - கனிம ஹைட்ரஜன் / எலக்ட்ரான் வழங்கி - கார்பன் -டை-ஆக்ஸைடு கார்பன் ஆதாரம்	ஆல்காக்கள், கருஞ்சிவப்பு மற்றும் பச்சை கந்தக பாக்டீரியாக்கள், சையனோ பாக்டீரியாக்கள்
ஒளி-கரிம சார்ந்துண்ணிகள் (Photoorganotrophic heterotrophy or photoorganoheterotrophy)	ஒளிச் சக்தி - கரிம ஹைட்ரஜன் / எலக்ட்ரான் வழங்கி - கரிம கார்பன் ஆதாரம் (கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் உபயோகப்படுத்தக்கூடும்)	கருஞ்சிவப்பு கந்தகமில்லா பாக்டீரியாக்கள், பச்சை கந்தகமில்லா பாக்டீரியாக்கள்
வேதிய -கனிம சார் தன்னூட்ட உயிர்கள் (Chemolithotrophic autotrophs or Chemolithoautotrophs)	வேதிப்பொருள் சக்தி மூலம் - கனிம ஹைட்ரஜன் / எலெக்ட்ரான் வழங்கி - கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு கார்பன் ஆதாரம்	கந்தக ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யும் பாக்டீரியாக்கள், ஹைட்ரஜன் பாக்டீரியாக்கள், நைட்ரஜனாக்கம் செய்யும் பாக்டீரியாக்கள்
வேதிய-கரிம சார்ந்துண்ணிகள் (Chemoorganotrophic heterotrophs or chemoorganoheterotrophs	வேதிப்பொருள் சக்தி மூலம் - கரிம ஹைட்ரஜன் / எலெக்ட்ரான் வழங்கி - கரிம கார்பன் ஆதாரம்	புரோட்டோஸோவாக்கள், பூஞ்சைகள், பெரும்பாலான ஒளிச்சேர்க்கை செய்யாத பாக்டீரியாக்கள் (பெரும்பாலான நோயூக்கம் செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் உட்பட)

(Beggiatoa) என்ற வகை பாக்டீரியாக்கள் சக்தியைப் பெற கனிமப் பொருட்களையும், கார்பனைப் பெற கரிமப் பொருட்களையும் (அல்லது சில நேரங்களில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும்) சார்ந்துள்ளன. இவ்வகை நுண்ணுயிர்கள் கலப்பு வகை வாழ்விகள் (அ) இணை ஊட்டமுறையுடையவை (mixotrophic) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் அவை வேதிய-கனிம வாழ்முறையையும், சார்ந்துண்ணும் முறையையும் இணைக்கின்றன. இவ்வகையான வளைந்து கொடுக்கும் தன்மை சிக்கலானதாகவும், தெளிவற்றதாகவும் இருந்தாலும், இத்தகையத் தன்மை அந்த நுண்ணுயிர்களுக்கு அடிக்கடி சூழல் மாறும் வாழ்விடங்களில் ஒரு நிச்சயமான ஆக்கப்பாட்டை (advantage) அளிக்கின்றன.

IV. **நுண்ணுயிர்களின் நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ் மற்றும் கந்தகத் தேவைகள் :**

நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு பெரிய அளவில் அவை நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ் மற்றும் கந்தகத்தை உட்கொள்ள வேண்டும். இவை நுண்ணுயிர்களுக்கு கார்பனை அளிக்கும் ஊட்டப் பொருட்களிலிருந்தே பெற இயலும் என்றாலும், நுண்ணுயிர்கள் இயற்கையில் கனிம ஆதாரங்களையும் இவை பெறுவதற்கு உபயோகப்படுத்துகின்றன.

அமினோ அமிலங்கள், பியுரின்கள், பிரிமிடின்கள், சில கார்போஹைட்ரேட்டுகள் மற்றும் லிப்பிடுகள், நொதிகளின் இணைக்காரணிகள் போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்கு நைட்ரஜன் தேவைப்படுகிறது. பல நுண்ணுயிர்கள் அமினோ அமிலங்களிலுள்ள நைட்ரஜனை உபயோகப்படுத்தும் தன்மையுடையன. அம்மோனியாவை குளுடாமேட் டீஹைட்ரோஜெனேஸ் (Glutamate dehydrogenase) அல்லது குளுடாமைன் சின்தடேஸ் (Glutamate synthetase) போன்ற நொதிகளின் செயல்களால் அவை பெரும்பாலும் நேரடியாகக் கிரகிக்கின்றன. பெரும்பாலான ஒளிவாழ்விகள் மற்றும் பல ஒளிச்சேர்க்கை செய்யாத நுண்ணுயிர்கள் நைட்ரேட்டை அம்மோனியாவாக ஒடுக்கம் செய்து அந்த அம்மோனியாவை உட்கிரகிக்கும் நைட்ரேட் ஒடுக்கம் (assimilatory nitrate reduction) என்ற முறையில் உட்கிரகிக்கின்றன. பலவகையான பாக்டீரியாக்கள் (எடுத்துக்காட்டாக பல சையனோபாக்டீரியாக்கள் மற்றும் ரைசோபியம் போன்ற இணைவாழ் பாக்டீரியாக்கள்) வளிமண்டல நைட்ரஜனை நைட்ரோஜெனேஸ் இயக்க அமைப்பு முறையில் (nitrogenase system) ஒடுக்கம் செய்து உட்கிரகிக்கின்றன.

நியூக்ளிக் அமிலங்கள், பாஸ்போலிபிடுகள், ஏ.டீ.பி. (A.T.P.) போன்ற

நியூக்ளியோடைடுகள், பல இணைக்காரணிகள், சிலவகைப் புரதங்கள் மற்ற சில செல்உறுப்புகள் ஆகியவற்றில் பாஸ்பரஸ் காணப்படுகிறது. ஏறத்தாழ அனைத்து நுண்ணுயிர்களும் கனிம பாஸ்பேட்டுகளை அவற்றின் பாஸ்பரஸ் ஆதாரமாகக் கொண்டு அவற்றை நேரடியாக எடுத்துக் கொள்கின்றன. உள்ளபடியாக மிகக் குறைவான பாஸ்பேட் அளவுகளே பல நீர்நிலைகளில் நுண்ணுயிர்களின் இருப்பை நிர்ணயிக்கிறது. பாஸ்பேட்டுகளை எடுக்கும் தன்மை பற்றி *ஈ.கோலி* (*E.coli*) யில் விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. இந்தவகை பாக்டீரியம் கரிம மற்றும் கனிம வகை ஆகிய இரண்டுவகைப் பாஸ்பேட்டுக்களையும் எடுத்துக்கொள்ளக் கூடியவை. ஹெக்ஸோஸ் 6-பாஸ்பேட் போன்ற கரிம பாஸ்பேட்டுகளை இவை கடத்தும் அல்லது இடமாற்றம் செய்யும் புரதங்கள் (Transport Proteins) மூலம் நேரடியாக உள்ளெடுத்துக் கொள்கின்றன. மற்ற கரிம பாஸ்பேட்டுக்களை பெரும்பாலும் கலப்படலம் (அ) பெரிபிளாசம் (Periplasm) பகுதியில் அல்கலைன் பாஸ்படேஸ் (alkaline phosphatase) என்ற நொதியின் மூலம் நீராற் பகுத்து கனிம பாஸ்பேட்டுகளாக மாற்றி பிளாஸ்மா படலம் வழியாக எடுத்துச் செல்கின்றன. பாக்டீரியத்திற்கு வெளியில் இருந்து கனிம பாஸ்பேட்டுகள் அதன் வெளிப்படலத்தை போரின் புரதச்செலுத்து வழிகள் (Porin protein channels) மூலம் கடக்கின்றன. அதன் பின்னர் இரண்டு வகை கடத்தும் அல்லது இடமாற்றம் செய்யும் அமைப்புகளில் (Transport systems) ஏதாவது ஒன்றின் மூலம் அவை பிளாஸ்மா படலத்தைக் கடக்கின்றன. அதிக அளவு பாஸ்பேட் அடர்த்தியுள்ள நிலைகளில் பாஸ்பேட் கடத்தல் பிட் அமைப்பு (Pit system) முறையில் நடைபெறுகிறது. பாஸ்பேட் அடர்த்தி மிகக்குறைவாயுள்ள நிலைகளில் பி.எஸ்.டி. (PST, Phosphate-Specific Transport) அமைப்பு (இது ஒரு வகை ஏ.பி.சி. ஏந்திச் செல்லும் அமைப்பு; ABC Transporter system) பெரிபிளாசத்திலுள்ள இணைப்பு புரதங்கள் மூலம் பாஸ்பேட் கடத்தலில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன.

சல்பரானது சிஸ்டீன் (cysteine), மெத்தியோனின் (methionine) போன்ற அமினோ அமிலங்கள், சில கார்போஹைட்ரேட்டுகள், பயோட்டின் (biotin) மற்றும் தையமின் (thiamine) போன்ற பொருட்களைத் தயாரிக்கத் தேவைப்படுகிறது. பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்கள் சல்பேட்டுக்களை உட்கிரகிக்கும் சல்பேட் ஒடுக்கம் (assimilatory sulfate reduction) முறையில் சல்பராக (கந்தகம்) ஒடுக்கம் செய்து உபயோகிக்கின்றன. ஒருசில நுண்ணுயிர்களுக்கு, சிஸ்டீன் போன்ற ஒடுக்கம் பெற்ற சல்பருள்ள மூலக்கூறுகள் தேவை.

V. **வளர்ச்சிக் காரணிகள் :**

கனிமச் சத்துக்கள் (minerals) மற்றும் ஆற்றல், கார்பன், நைட்ரஜன்,

பாஸ்பரஸ், சல்பர் ஆகியவை தேவையான அளவு அளிக்கப்படும் பொழுது பல நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சி மற்றும் இனப்பெருக்கம் ஆகியவை நிகழ ஏதுவாகிறது. நுண்ணுயிர்கள் நன்றாக வாழ்வதற்குத் தேவையான அனைத்து செல் உறுப்புகளையும் பலவகை நொதிகள் மற்றும் உயிர்வேதியியல் முறைகள் வழியே தயாரித்துக் கொள்ளும் இயல்பு பெற்றவை. ஆனால் பலவகை நுண்ணுயிர்கள், ஒன்றோ அதற்கு மேற்பட்ட அவசியமான நொதிகளைப் பெற்றிருக்கவில்லை. எனவே அவற்றால் அனைத்து அத்தியாவசியப் பொருட்களையும் உற்பத்தி செய்ய இயலாது. ஆகவே அவற்றை நேரடியாகவோ அல்லது அப்பொருட்களின் முன்னோடிகளைப் (precursor) பெறுவதன் மூலமோ ஈடுசெய்கின்றன. இத்தகைய அத்தியாவசியமான செல்பொருட்கள் அல்லது அவற்றின் முன்னோடிகளான கரிமப் பொருட்களுக்கு வளர்ச்சிக் காரணிகள் (Growth factors) என்று பெயர். மூன்று பெரியவகை வளர்ச்சிக் காரணிகள் உள்ளன. அவையாவன : (1) அமினோ அமிலங்கள் (2) பியூரின் மற்றும் பைரிமிடின்கள் மற்றும் (3) வைட்டமின்கள் (பட்டியல் 4.3). அமினோ அமிலங்கள் புரதத் தயாரிப்பிற்கும், பியூரின்களும், பைரிமிடின்களும் நியூக்ளிக் அமிலங்கள் தயாரிப்பதற்கும் தேவை. வைட்டமின்கள் என்பவை நொதிகளின் இணைக்காரணிகளில் முழுவதுமாகவோ அல்லது ஒரு பகுதியாகவோ இருக்கும் சிறிய கரிமமூலக்கூறுகளாகும். தெரிந்தெடுக்கப்பட்ட சில வைட்டமின்களின் செயல்கள் மற்றும் அவை தேவைப்படும் சில நுண்ணுயிர்களும் பட்டியல் 3-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சில வகை நுண்ணுயிர்களுக்கு பல வைட்டமின்கள் தேவை. எடுத்துக்காட்டாக என்டிரோகாக்கஸ் ஃபீக்காலிஸ் (*Enterococcus faecalis*) என்ற பாக்டீரியத்தின் வளர்ச்சிக்கு எட்டு வகையான வைட்டமின்கள் தேவை. மேலும் சிலவகை வளர்ச்சிக்காரணிகளும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக ஹீமோபைலஸ் இன்புளுயென்சே (*Hemophilus influenzae*) விற்கு ஹீம் (Heme) (ஹீமோகுளோபினிலிருந்தோ அல்லது சைட்டோகுரோம்களிலிருந்தோ) தேவை. அதுபோலவே சில மைக்கோ பிளாஸ்மாக்களுக்கு கொலஸ்டிரால் தேவை.

பல நுண்ணுயிர்களின் குறிப்பிட்ட வளர்ச்சிக் காரணிகளை அறிவதால் அவற்றை உபயோகித்து அளவறி வளர்ச்சித் தூண்டல் பகுப்பாய்வுகள் (quantitative growth response assays) செய்து பல பொருட்களின் தன்மையை அறிய இயலும். எடுத்துக்காட்டாக லாக்டோபாஸில்லஸ் (*Lactobacillus*) மற்றும் ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் (*Streptococcus*) இனங்கள், பெரும்பாலான வைட்டமின்கள் மற்றும் அமினோ அமிலங்களுக்கான நுண்ணுயிர் கொண்டு செய்யப்படும் பகுப்பாய்வுகளில் உபயோகப்படுகின்றன. அதுபோன்ற நுண்ணுயிர் கொண்டு செய்யப்படும் பகுப்பாய்வுகள் மிகவும் குறித்த வகையாகவும், துல்லியமாகவும்,

பட்டியல் 4.3. நுண்ணுயிரிகளில் சில பொதுவான வைட்டமின்களின் செயல்கள்

வைட்டமின் (Vitamin)	செயல்கள் (Functions)	குறிப்பிட்ட வைட்டமின் தேவைப்படும் நுண்ணுயிர் எடுத்துக்காட்டுகள் (Examples of Microorganisms requiring vitamins)
பையோட்டின் (Biotin)	கார்பாக்ஸைலேஷன் (கரியமில வாயு நிலைநிறுத்துதல்) (ஒரு கார்பன் வளர்சிதை மாற்றம்) (Carboxylation (CO_2 fixation) (One -carbon metabolism)	லுயூகோனோஸ்டாக் மீஸென்டெராய்டஸ் (பாக்டீரியா) (*Leuconostic mesenteroides* (Bacteria) சாக்கரோமைசஸ் செரிவிசியே (பூஞ்சை) (*Saccharomyces cerevisiae)* (Fungi) ஆக்ரோமோனாஸ் மால்ஹாமென்ஸிஸ் (ஆல்கா) (*Ochromonas malhamensis)* (Algae) அகான்தமீபா காஸ்டெல்லானி (புரோட்டோஸுவா) (*Acanthomoeba castellanii)* (Protozoa)
சையனோகோபாலமின் (பி12) Cyanocobalamin (B12)	மூலக்கூறு மாற்றியமைப்புகள் ஒரு - கார்பன் வளர்சிதை மாற்றம் - மெத்தில் மூலக்கூறுகளைப் பெற்றிருப்பவை (Molecular rearrangements) (One-carbon-metabolism) (Carries methyl groups)	லாக்டோபாசில்லஸ் இனங்கள் (பாக்டீரியா) (*Lactobacillus* spp) (Bacteria) யூக்ளினா கிரேசிலிஸ் (ஆல்கா) (*Englena gracilis*) (Algae) அகான்தமீபா காஸ்டெல்லானி (புரோட்டோஸுவா) (*Acanthamoeba castellanii)* (Protozoa) டையாட்டம்கள் மற்றும் பல ஆல்காக்கள் (ஆல்கா) Diatoms and many other algae (Algae)
போலிக் அமிலம் (Folic acid)	ஒரு கார்பன் வளர்சிதை மாற்றம் (One -carbon metabolism)	என்டிரோகாக்கஸ் ஃபீக்காலிஸ் (பாக்டீரியா) (*Enterococcus faecalis*) (Bacteria) டெட்ராஹைமீனா பைரிபார்மிஸ் (புரோட்டோஸுவா) (*Tetrahymena pyriformis*) (Protozoa)
லிப்போயிக் அமிலம் (Lipoic Acid)	அசைல் மூலக்கூறுகளை இடமாற்றம் செய்தல் (Transfer of acetyl groups)	லாக்டோபாசில்ல கேசி (பாக்டீரியா) (*Lactobacillus casei)* (Bacteria)
பான்டோதெனிக் அமிலம் (Pantothenic Acid)	துணை நொதி 'ஏ'யின் முன்னோடி-அசைல் மூலக்கூறுகளை பெற்றிருப்பவை (பைருவேட் ஆக்ஸ்ஜனாக்கம், கொழுப்பு அமில வளர்சிதை மாற்றம்) (Precursor of coenzyme A-carries acyl groups (Pyruvate oxidation, fatty acid metabolism)	புரோடியஸ் மார்கனி (பாக்டீரியா) (*Proteus marganii*) (Bacteria) ஹான்செனியாஸ்போரா இனங்கள் (பூஞ்சை) *Hanseniaspora* sp. (Fungi) பாரமீசியம் இனங்கள் (புரோட்டோஸுவா) (*Paramecium* spp.) (Protozoa)

பைரிடாக்சின் (பி$_6$) (Pyridoxine) (B_6)	அமினோஅமில வளர்ச்சிதை மாற்றம் (அமினோ மூலக்கூறு இடப்பெயர்ச்சி) (Aminoacid metabolism) (Transamination)	லாக்டோபாசில்லஸ் இனங்கள் (பாக்டீரியா) (*Lactobacillus* spp. (Bacteria)) டெட்ராஹைமீனா பைரிஃபார்மிஸ் (புரோட்டோஸீவா) (*Tetrahymena pyriformis* (Protozoa))
நியாசின் (நிக்கோடினிக் அமிலம்)	என்.ஏ.டி மற்றும் என்.ஏ.டி பின் முன்னோடி எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் எடுத்துச் செல்பவை (Precursor of NAD and NADP - carry electrons and hydrogen atoms)	புருசெல்லா அபோர்டஸ், ஹீமோபைலஸ் இன்புளுயென்சே (பாக்டீரியா) (*Brucella abortus, Hemophilus influenzae* (Bacteria)) ப்ளாஸ்டோகிளாடியா பிரிங்ஷியெமி (பூஞ்சை). *Blastocladia pringsheimii* (Fungi) கிரித்தியா ஃபேஸிகுலேட்டா (புரோட்டோஸீவா) *Crithidia fasciculata* (Protozoa)
ரிபோஃபிளேபின் (பி$_2$) (Riboflavin) (B_2)	எஃப்ஏடி மற்றும் எஃப்.எம்.என் ஆகியவற்றின் முன்னோடி - எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் எடுத்துச் செல்பவை (Precursor of FAD and FMN - carry electrons or hydrogen atoms)	காலோபாக்டர் விப்ரியோய்டஸ் (பாக்டீரியா) (*Caulobacter vibrioides* (Bacteria)) டிக்டியோஸ்டீலியம் இனங்கள் (பூஞ்சை) (Dictyostelium spp. (Fungi)) டெட்ராஹைமீனா பைரிஃபார்மிஸ் (புரோட்டோஸீவா) (*Tetrahymena pyriformes*) (Protozoa)
தையாமின் (பி$_1$)	ஆல்டிஹைட் இடமாற்றம் - பைருவேட்டிலிருந்து கார்பாக்ஸைல் நீக்கம், ஆல்பா-கீட்டோ அமில ஆக்ஸிஜனூட்டம் (Aldehyde group transfer) (Pyruvate decarboxylation, alpha keto acid oxidation)	பைக்கோமைசஸ் பிளேக்ஸலீனஸ் (பூஞ்சை) (Phycomyces blacesleeanus) (Fungus) ஆக்ரோமோனாஸ் மால்ஹாமென்சிஸ் (ஆல்கா) (Ochromonas malhamensis) (Algae) கோல்பிடியம் காம்பைலம் (புரோட்டோஸுவா) (Colpidium campylum) (Protozoa)

மிகவும் இலகுவாகவும் அமைவனவாகும். பொருத்தமான ஒரு பாக்டீரியம் ஒரு தொடரளவுள்ள வளர்கலன்களில் (ஒவ்வொரு கலனிலும் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான அனைத்துப் பொருட்களும் அதிக அளவுடனும், ஆனால் பலவகை அடர்த்தியுள்ள வளர் காரணிகளும் இருக்கும்) வளர்க்கப்படும். அதில் ஏற்படும் பாக்டீரிய வளர்ச்சியின் அடிப்படையில், வளர்காரணிகளின் அளவிற்கும், பாக்டீரிய வளர்ச்சிக்குமிடையேயான திட்ட வரைபடம் (standard graph) தயாரிக்கப்படும். முறைப்படி, நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியானது வளர்ச்சிக் காரணிகளின் அளவு அதிகரிப்பதற்கேற்ற விகிதத்தில் அதிகரிக்கும்; வளர்ச்சிக்காரணியின் அளவு இருமடங்கானால் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியும் இரட்டிப்பாகும். இந்தப் பின்னணியில் ஒரு ஊடகத்தில் உள்ள வளர்ச்சிக் காரணியின் அளவை அந்த ஊடகத்தின் மாதிரியில் ஏற்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிரின் வளர்ச்சியிலிருந்து அறிய முடியும். இத்தகைய நுண்ணுயிர் வழி பகுப்பாய்வுகள் (microbial assays) இவைகளைவிட (வேதியவழி பகுப்பாய்வு முறைகள் மேலானவையாக இருந்த போதிலும்) வைட்டமின் பி$_{12}$ (B_{12}) மற்றும் பையோட்டின் (Biotin) போன்றவற்றின் பகுப்பாய்விற்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பல நுண்ணுயிர்கள் பெருமளவு வைட்டமின்களை உற்பத்தி செய்யக் கூடியவை என்ற அறிவு அவற்றின் தொழிலக உபயோகத்திற்கு வழிவகுத்தது. அதனால் பல நீரில்கரையும் மற்றும் கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்களின் ஒருபகுதியோ அல்லது முழுவதுமோ தொழிலக நொதித்தல் முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இதற்கான வைட்டமின்கள் மற்றும் அதற்கான நுண்ணுயிர்கள் எடுத்துக்காட்டுகளாவன : ரிபோஃபிளேவின் (க்ளாஸ்டிரிடியம், கான்டிடா, ஆஷ்பியா, எர்மோதீசியம்) நொதி 'ஏ' யின் இணைக்காரணி அதாவது coenzyme A (பீரிவி பாக்டீரியம்), வைட்டமின் 'பி$_{12}$' (ஸ்ட்ரெப்டோ மைசஸ், புரோப்பியோனி பாக்டீரியம், ஸுடோமோனாஸ்), வைட்டமின் 'சி' (குளுகோனோபாக்டர், எர்வீனியா, கோரின் பாக்டீரியம்), பீட்டாகரோட்டின் (ரூனாலியெல்லா) மற்றும் வைட்டமின் டி (சாக்கரோமைசஸ்). தற்கால ஆராய்ச்சிகளில் இவற்றில் உற்பத்தியைப் பெருக்குதல் மற்றும் பெருமளவு வைட்டமின்கள் உற்பத்தி செய்யும் நுண்ணுயிர் வகைகளைக் கண்டறிதல் ஆகியவற்றில் பெரிதும் கவனம் செலுத்தப்படுகின்றன.

VI. சத்துப்பொருட்களை செல் எடுத்துக் கொள்ளுதல் : (Uptake of nutrients by the cell)

சத்துப் பொருட்கள் உபயோகித்தலில் முதல்படி தேவையான சத்துப் பொருட்களை செல்லின் உள்ளெடுத்துக் கொள்ளுதலாகும். இத்தகைய சத்துப்

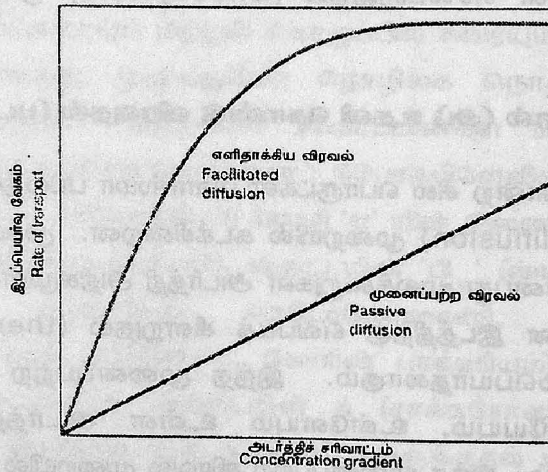
பொருள் உள்ளெடுத்தல் என்பது மிகவும் குறிப்பிட்டதாகவும் அதாவது தேவையற்றவற்றைத் தவிர்த்து, அத்தியாவசியப் பொருட்களை மட்டுமே உட்கிரகிக்கும் செயலாக இருத்தல் மிக அவசியமாகும். ஏனெனில் தேவையற்றப் பொருட்களை உட்கொள்ளல் என்பது செல்லிற்கு எந்தவிதப் பயனையும் அளிக்காது. நுண்ணுயிர்கள் பெரும்பாலும் சத்துப்பொருட்கள் மிகக் குறைந்த அளவிலேயே காணப்படும் சூழலில் வாழ்வதால், அவை சத்துப் பொருட்களை அடர்த்தி குறைந்த வெளிச்சூழலிலிருந்து அடர்த்தி அதிகமுள்ள செல் உட்பகுதிக்குள் எடுத்துச் செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. மேலும், சத்துப்பொருட்கள், பெரும்பாலான மூலக்கூறுகளை உள்ளேற்காத, ஒரு சில பொருட்களையே மிகவும் தெரிந்தெடுத்து உள்ளே அனுமதிக்கும் (selectively permeable) பிளாஸ்மா படலத்தினுள் செல்ல வேண்டும். ஆகவே, பலவகைப்பட்ட சத்துப் பொருட்களையும் உட்செலுத்தும் மிகவும் சிக்கலான இப்பணிகளைச் செய்ய நுண்ணுயிர்கள் பலவிதமான உள்ளெடுத்துச் செல்லும் இயங்கமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. அவற்றுள் மிகமுக்கியமானவை (1) உதவி கொண்டு விரவுதல் (Facilitated Diffusion) (2) முனைப்புக் கடத்தல் (Active Transport) மற்றும் (3) குழுப் பெயர்வு (Group Translocation). உட்கருஉடைய நுண்ணுயிர்கள் குழுப்பெயர்வு முறையை உபயோகப்படுத்துவதாக தெரியவில்லை ; ஆனால் சத்துப் பொருட்களை செல்பருகுதல் (Endocytosis) முறையில் எடுத்துக் கொள்கின்றன.

1) எளிதாக்கிய விரல் (அ) உதவி கொண்டு விரவுதல் (படம் 4.1):

கிளிசரால் போன்ற சில பொருட்கள் பிளாஸ்மா படலத்தை முனைப்பற்ற விரவல் (Passive diffusion) முறையில் கடக்கின்றன. முனைப்பற்ற விரவல் (அல்லது) விரவல் என்பது மூலக்கூறுகள் அடர்த்தி அதிகமுள்ள இடத்திலிருந்து அடர்த்தி குறைவான இடத்திற்கு வெப்பக் கிளறுதல் (thermal agitation) காரணத்தால் இடம்பெயர்தலாகும். இந்த முனைப்பற்ற விரவல் விகிதம் செல்லிற்கு வெளியேயும், உள்ளேயும் உள்ள அடர்த்தி வேறுபாட்டின் அளவிற்கேற்ப மாறும். இந்த முனைப்பற்ற விரவல் முறையில் சத்துப்பொருட்கள் உள்ளெடுப்பதற்கு மிகப்பெரிய அளவில் அடர்த்தி வேறுபாடு செல்லின் வெளிப்பகுதிக்கும் உட்பகுதிக்குமிடையில் இருக்க வேண்டும் (அதாவது செல்லிற்கு வெளியே அடர்த்தி மிக அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும்). மேலும் இத்தகைய சத்துப் பொருள் உட்கிரகிப்பு விகிதம் செல்லினுள் உட்கொள்ளப்பட்ட சத்துப் பொருட்கள் உடனடியாக உபயோகப்படுத்தப்படாவிட்டால் குறையும். நீர் (H_2O), ஆக்ஸிஜன் (O_2) மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு (CO_2) போன்ற மிகச்சிறிய

மூலக்கூறுகள் முனைப்பற்ற விரவல் முறையில் செல்படலத்தினுள் செல்கின்றன. பெரிய மூலக்கூறுகள், அயனிகள் (ions), முனைவுப் பொருட்கள் (Polar bodies) போன்றவை செல்லினுள் முனைப்பற்ற விரவல் அல்லது விரவல் முறையில் செல்வதில்லை.

தெரிந்தெடுத்து உள்ளேற்கும் படலங்களின் (selectively permeable membranes) ஊடாக விரவல் நடக்கும் விகிதம் சிலநேரங்களில் பிளாஸ்மா படலத்தில் பொதிந்துள்ள பெர்மியேஸ்கள் (Permeases) என்ற கடத்தும் புரதங்களால் (Carrier proteins) அதிகரிக்கப்படுகிறது. இவ்வகை விரவல் முறையில் ஒரு கடத்தி விரவலுக்கு உதவுவதால் இது உதவி கொண்டு விரவுதல் (facilitated diffusion) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இத்தகைய எளிதாக்கிய அல்லது உதவி கொண்டு விரவலின் விரவல் விகிதம் அடர்த்தி வேறுபாடு அதிகமான நிலையில் முனைப்பற்ற விரவல் முறையில் ஏற்படுவதை விட அதிகமாக இருக்கும். (படம் 4.1) இத்தகைய கடத்திகள் பாலூட்டிகளுடைய கண் லென்ஸின் முக்கிய உள்ளுறுப்புரத வகையுடன் ஒத்தமைவு பெற்ற எம்.ஐ.பி. (M.I.P.) என்ற புரதக்குடும்பத்தைச் சார்ந்தவையாகும். பாக்டீரியாக்களில் மிகவும் பரவலாகக் காணப்படும் இத்தகைய இரண்டு எம்.ஐ.பி. கடத்தல் வழிகள், அக்வா போரின்



படம் 4.1. முனைப்பற்ற மற்றும் எளிதாக்கிய விரவல் விகிதம் கரைபொருளின் அடர்த்திச் சரிவாட்டத்தைச் சார்ந்திருத்தல். தெவிட்டுநிலை விளைவு (saturation effect) அல்லது மேட்டுநிலை (asymptote) ஒரு எளிதாக்கிய விரவலில் கடத்தும் புரதம் வினைபுரியும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட அடர்த்தி நிலைக்குமேல் உண்டாவதைக் காண்க. இத்தகைய தெவிட்டுநிலை விளைவு எங்கெல்லாம் கடத்தும் புரதம் செயல்புரிகிறதோ அங்கெல்லாம் காணப்படும்.

(aquaporin) என்ற வகையாலானவை. அவை நீரைக் கடத்துவதிலும், கிளிசராலைக் கடத்துவதிலும் உதவிபுரிகின்றன.

எளிதாக்கிய விரவல் முறை உட்கருவண்ண உடலமுடைய உயிரிகளில் (அ) புரோகேரியோட்டுகளில் (Prokaryotes) முக்கியமான தொன்றில்லை; ஏனெனில் பெரும்பாலும் அவை வாழுமிடங்களில் செல்லிற்கு வெளியே சத்துப் பொருள் அடர்த்தி அதிகமாயிருப்பதில்லை. கிளிசரால் இத்தகைய எளிதாக்கியப் பரவல் முறையில் *ஈ. கோலி* (*E.coli*), சால்மோனெல்லா டைபிமியூரியம், ஸூடோமோனாஸ், பாசில்லஸ் மற்றும் பல பாக்டீரியாக்களில் கடத்தப்படுகிறது. உட்கரு உடைய உயிர்களில் இந்த எளிதாக்கிய பரவல் பெருமளவில் பலவகையாக சர்க்கரைகளை மற்றும் அமினோ அமிலங்களைக் கடத்தப் பயன்படுகிறது.

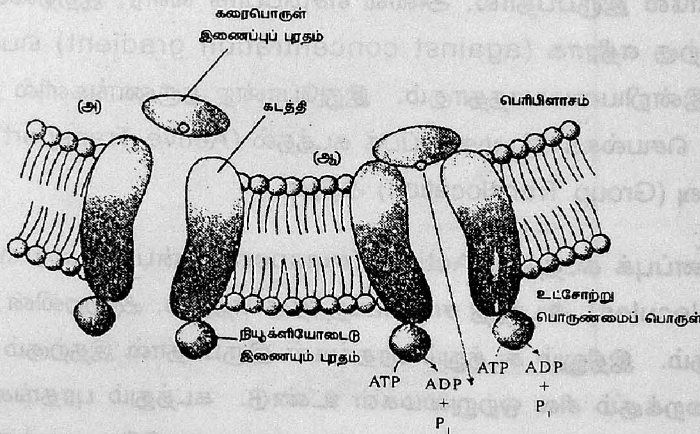
2. முனைப்புக் கடத்தல் (Active Transport)

எளிதாக்கிய பரவல் முறையின் மூலம் செல்லிற்கு வெளியே பொருட்களின் அடர்த்தி அதிகமாக இருக்கும் பொழுது சிறப்பாக சத்துப் பொருட்களைக் கடத்த முடியும் என்றாலும், இந்த முறையில் செல்லிற்கு உள்ளே முன்பே அதிக அடர்த்தியுடனுள்ள பொருட்களை வெளியிலிருந்து பெற இயலாது (அதாவது அடர்த்தி சரிவிற்கு எதிராக பொருட்களை செலுத்துதல் இயலாது). ஆனால், நுண்ணுயிர்கள் பெரும்பாலும் சத்துப்பொருட்கள் மிகக்குறைந்த அடர்வுள்ள வாழிடங்களிலே இருப்பதால், அவை செழிப்பாக வளர, இத்தகைய அடர்த்தி சரிவாட்டத்திற்கு எதிராக (against concentration gradient) பொருட்களைக் கடத்துவது இன்றியமையாததாகும். இதுபோன்ற தருணங்களில் நடைபெறும் மிகமுக்கியச் செயல்கள் (1) முனைப்புக் கடத்தல் (Active Transport) மற்றும் (2) குழுப் பெயர்வு (Group Translocation) ஆகும்.

முனைப்புக் கடத்தல் (Active Transport) என்பது கரை பொருட்களை (Solute molecules) அடர்த்தி சரிவாட்டத்திற்கு எதிராக, ஆற்றலின் உதவியுடன் கடத்துவதாகும். இதிலும் கடத்தும் புரதங்கள் இருப்பதால் இதற்கும் எளிதாக்கிய விரவல் முறைக்கும் சில ஒற்றுமைகள் உண்டு. கடத்தும் புரதங்கள் அல்லது பெர்மியேஸ்கள் குறிப்பிட்ட கரைபொருட்களை மட்டுமே கடத்தும். எனவே கரைபொருட்களிடையே முனைப்புக் கடத்தல் மற்றும் எளிதாக்கிய விரவல் ஆகிய இவ்விரண்டு முறைகளிலும் போட்டி இருக்கும். மேலும் முனைப்புக் கடத்தலிலும், எளிதாக்கிய விரவல் போலவே அதிக அடர்த்தி நிலைகளில் காணப்படும் நிறையடர்த்தி விளைவு (saturation effect) நிகழ்கிறது (படம் 4.1) எனினும், முனைப்புக்கடத்தல் சக்தியை உபயோகித்துக் கடத்தும் இயல்பிலும், பொருட்களின்

அடர்த்தியை அதிகரிக்கும் தன்மையிலும், எளிதாக்கிய விரவலிலிருந்து வேறுபடுகிறது. வளர்சிதை மாற்றத்தை தடுக்கும் காரணிகள் முனைப்புக் கடத்தலை பாதிக்கும். ஆனால் எளிதாக்கிய விரவலைத் தடுக்காது (குறைந்த நேரத்திற்காவது).

இணைப்புப் புரத கடத்தல் அமைப்புகள் அல்லது ஏ.டீ.பி. இணையும் பேழில் கடத்திகள் (ATP - binding cassette transporters) அல்லது ஏ.பி.சி. கடத்திகள் (ABC Transporters) பாக்டீரியாக்கள், ஆர்க்கேயா மற்றும் உட்கரு உடைய உயிர்களில் மிகவும் உயிர்ப்புடன் செயல்படுகின்றன (படம் 4.2). பெரும்பாலும் இத்தகைய கடத்திகள் இரண்டு செல்படலங்களின் குறுக்காகப் பரவியிருக்கும். நீரச்ச நிலையுடைய (hydropholic) புரத பெருங்கூறுகளைப் (domains) பெற்று அவற்றின் உட்சோற்றுப் பகுதியில் (Cytoplasmic part) இரண்டு நியூக்ளியோடைடுகள் இணையும் புரதக் கூறுகளையும் பெற்றிருக்கும் (படம் 4.2). படலத்திற்கு குறுக்கே அமைந்த புரதக்கூறு ஒரு துளையை உருவாக்குகிறது. நியூக்ளியோடைடு இணையும் புரதக்கூறு ஏ.டீ.பி. யுடன் இணைந்து சக்தி வெளியாக்கம் செய்கிறது. ஏ.பி.சி. கடத்திகள் கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியாக்களின் பெரிப்பிளாச வெளியில் உள்ள சிறப்புவகை வினைப் பொருள் இணைக்கும் புரதங்கள் (substrate binding proteins) அல்லது கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்களில் படல லிப்பிடுகள்(membrane lipids) ஆகியவற்றை



படம் 4.2. ஏ.பி.சி. டிரான்ஸ்போர்ட்டர் செயல்பாடு (அ) கரைபொருள் இணைப்புரதம் கடத்தப்படும் வினைப்பொருளுடன் இணைந்து ஏ.பி.சி கடத்தும் கூட்டமைப்பை அணுகுதல் ஆ) கரைபொருள் இணைப்புரதம் கடத்தியவுடன் இணைந்து வினைப் பொருளை வெளிவிடுகிறது. அது பின்னர் படலத்தினூடாக ஏ.டீ.பி. நீராற்பகுத்தலின் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

இச்செயலுக்கு உபயோகிக்கின்றன. இந்த இணைக்கும் புரதங்கள் (இவை வேதிய ஈர்ப்பியக்கத்திலும் (chemotaxis) பங்காற்றக்கூடியவை) உள்ளெடுத்துச் செல்ல வேண்டிய மூலக்கூறுகளுடன் இணைந்து, பின்பு படலக்கடத்திப் புரதங்களுடன் வினைபுரிந்து, கரைபொருட்களை செல்லின் உள்ளே கடத்துகிறது. இந்த வகையில், *ஈ.கோலி* (*E.coli*) பலவகையாக சர்க்கரைகளை (அராபினேஸ், மால்டோஸ், காலக்டோஸ், ரிபோஸ்) மற்றும் அமினோ அமிலங்களைக் கடத்துகிறது.

கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியச் செல்களினுள் இவ்வாறு பொருட்களைக் கடத்தும் போது, அவை அத்தகை பாக்டீரியாக்கள் ஏ.பி.சி. கடத்திகள் மற்றும் பிற முனைப்புக்கடத்திகளைச் சென்றடையுமுன், ஒரு வெளிப்படலத்தினுள் ஊடுருவ வேண்டும். அது பலவழிகளில் செயல்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு உட்செல்லும் பொருட்கள் சிறியவையாக இருக்கும் போது ஓம்பிஎஃ (OmPF) போன்ற போரின் புரதங்கள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. பெரிய மூலக்கூறுகளுக்கு சிறப்பமைந்த போரின்கள் (specilized porins) தேவை. சில நேரங்களில், எடுத்துக்காட்டாக இரும்புச்சத்து மற்றும் வைட்டமின் $பி_{12}$ போன்றவற்றைக் கடத்த அதிக ஈர்ப்புடைய வெளிப்படல உள்வாங்கிகள் மற்றும் கடத்திகள் (high affinity receptors and transporters) தேவை.

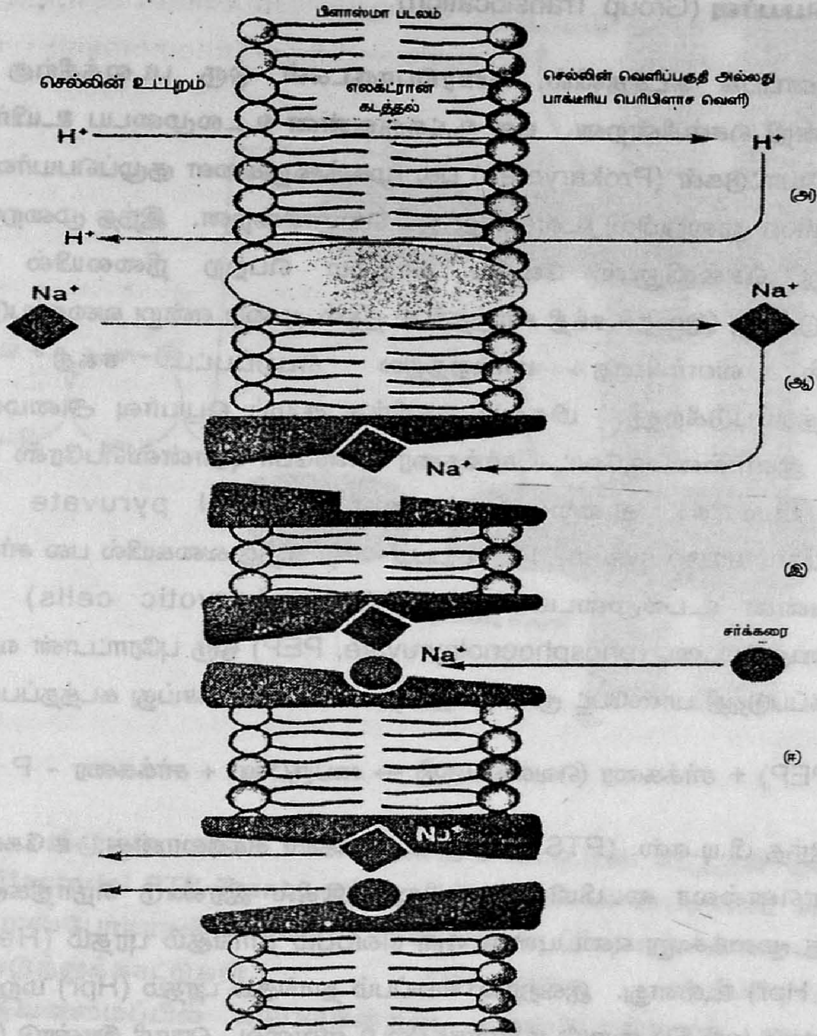
பாக்டீரியாக்கள் எலக்ட்ரான் கடத்தும் பொழுது ஏற்படும் புரோட்டன் சரிவுவாட்டத்தையும் (gradient) முனைப்புக் கடத்தலுக்கு உபயோகப்படுத்துகின்றன. இச்செயலுக்குக் காரணமான படலத்திலுள்ள கடத்தும் புரதங்களில் சிறப்பமைந்த, பெரிப்பிளாசக் கரைபொருளுடன் இணையும் புரதக்கூறுகள் இல்லை. லாக்டோஸ் பெர்மியேஸ் என்ற இந்த ஈ.கோலி (*E.coli*) யிலுள்ள புரதம் இதற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும். இது ஒரு பெரிய 30,000 மூலக்கூறு எடையுடைய புரதமாகும். இது லாக்டோஸ் மூலக்கூற்றை செல்லினுள் ஒரு புரோட்டான் செல்லும் அதே சமயம் கடத்துகிறது (செல்லிற்கு வெளியே எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடரின் செயலால் புரோட்டான் அடர்த்தி அதிகமாக நிலைநிறுத்தப்படுகிறது). இவ்வாறு ஒரே சமயத்தில் இருபொருட்களை ஒரே திசையில் இணைவுக்கடத்தல் செய்வதற்கு இணைவுக்கடத்தல் அல்லது சிம்போர்ட் (symport) என்று பெயர். *ஈ.கோலி* (*E.coli*) இத்தகைய புரோட்டானுடன் இணைந்த கடத்தல் முறையை அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் சக்சினேட் (succinate), மாலேட் (malate) போன்ற கரிம அமிலங்களையும் கடத்துவதற்கு உபயோகிக்கிறது.

ஒரு புரோட்டான் சரிவாட்டம் முனைப்புக் கடத்தலுக்குத் தேவையான சக்தியை மறைமுகமாக ஒரு சோடியம் அயனி சரிவாட்டம் உருவாக்குவதின்

மூலமும் உண்டாக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, ஈ.கோலியில் சோடியம் கடத்தும் அமைப்பு சோடியத்தை செல்லிற்கு ஒரு உள்வாங்கும் புரோட்டானுக்கு மாற்றாக வெளியேற்றுகிறது (படம் 4.3) அதுபோன்று, கடத்தப்படும் பொருட்கள் எதிர்த்திசையில் செல்வதற்கு எதிர்க்கடத்தல் அல்லது ஆன்டிபோர்ட் (antiport) என்று பெயர். இத்தகைய புரோட்டானால் ஏற்படும் எதிர்க்கடத்தல் முறையில் உருவாக்கப்பட்ட சோடியம் சரிவாட்டமானது சர்க்கரைகள் மற்றும் அமினோஅமிலங்களை உள்ளெடுத்துச் செல்வதை ஊக்குவிக்கிறது. ஒரு சோடியம் அயனி கடத்தும் புரதத்துடன் இணைந்து அதன் வடிவத்தை மாற்றுகிறது. அதனால் அந்தக் கடத்தி சர்க்கரை அல்லது அமினோ அமிலத்துடன் இறுக்கமாக இணைந்து அதனுடைய இணையும் பகுதியை (binding site) செல்லின் உட்பகுதியை நோக்கி அமைக்கிறது. செல்லின் உட்பகுதியில் சோடியம் அயனியின் அடர்த்தி குறைவாக இருப்பதால் அது கடத்தும் புரதத்திலிருந்து பிரிகிறது; அதைப் பின்பற்றி அதனுடன் இணைந்து கடத்தப்படும் மூலக்கூறும் பிரிந்து உள்ளே செல்கிறது. இவ்வகையில் ஈ.கோலியின் கடத்தும் புரதம் மெலிபோஸ் (melibose) என்று சர்க்கரை மூலக்கூறுகளையும், குளுடாமேட் (glutamate) என்ற அமினோஅமிலத்தையும் சோடியம் உட்புகும் அதே சமயத்தில் எடுத்துச் செல்கின்றன.

இத்தகைய இணைவுக் கடத்தல் அல்லது இணைக்கடத்தல் (symport or cotransport) உட்கரு உள்ள செல்களில் சர்க்கரை மற்றும் அமினோ அமிலங்கள் செல் உள்ளெடுத்தலில் முக்கியப்பங்கு வகிக்கிறது. ஆனால் சோடியம் கடத்தலை புரோட்டானால் உண்டாகும் இயக்கவிசைக்கு பதிலாக, ஏ.டீ.பி. (A.T.P.) இயக்குகிறது.

பெரும்பாலும் நுண்ணுயிர்கள் ஒவ்வொரு ஊட்டச்சத்தைக் கடத்துவதற்கும் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட அமைப்புக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஈ.கோலி பாக்டீரியம் குறைந்தது ஐந்துவகை கடத்தல் அமைப்புகளை காலக்டோஸ் சர்க்கரையைக் கடத்தப் பயன்படுகிறது. அதுபோலவே குளுடாமேட் மற்று லியூசின் அமினோ அமிலங்களைக் கடத்துவதற்கு ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு வகை கடத்தல் அமைப்புகளையும், இரண்டுவகை பொட்டாசியம் கடத்தும் கட்டமைப்புகளையும் பெற்றிருக்கிறது. அவ்வாறு ஒரே பொருளுக்குப் பல கடத்தும் அமைப்புக்களைப் பெற்றிருக்கும் பொழுது ஒவ்வொரு அமைப்பும் அதன் சக்தி மூலம், அவற்றின் சோடியம் ஈர்ப்புத் தன்மை மற்றும் ஒழுங்குபடுத்தும் முறை போன்றவற்றில் வேறுபடுகின்றன. இத்தகைய பல்வகைத்தன்மை அதைப் பெற்றிருக்கும் நுண்ணுயிர் வகைக்கு மற்றவற்றிற்கு எதிரான வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் ஒரு அதிகப்படியான சாதகத்தை அளிக்கிறது என்பதை யூகிக்கலாம்.



படம் 4.3. முனைப்புக்கடத்தல் – புரோட்டான் மற்றும் சோடியம் சரிவாட்டத்தை பயன்படுத்திக் கடத்துதல்.

அ). எலக்ட்ரான் கடத்தலின் போது பிளாஸ்மாபடலத்தினூடாக புரோட்டான்கள் செலுத்தப்படுதல்.

ஆ). புரோட்டான் சரிவாட்டம் எதிர்க்கடத்தல் முறையில் சோடியம் அயனிகளை வெளித்தள்ளுதல்.

இ). சோடியம் கடத்தும் புரதக் கூட்டமைப்புடன் இணைதல்

ஈ). கரைபொருள் இணையும் பகுதியின் வடிவம் மாறி, அது கரைபொருளுடன் (எ.கா. சர்க்கரை அல்லது அமினோ அமிலம்) இணைதல்.

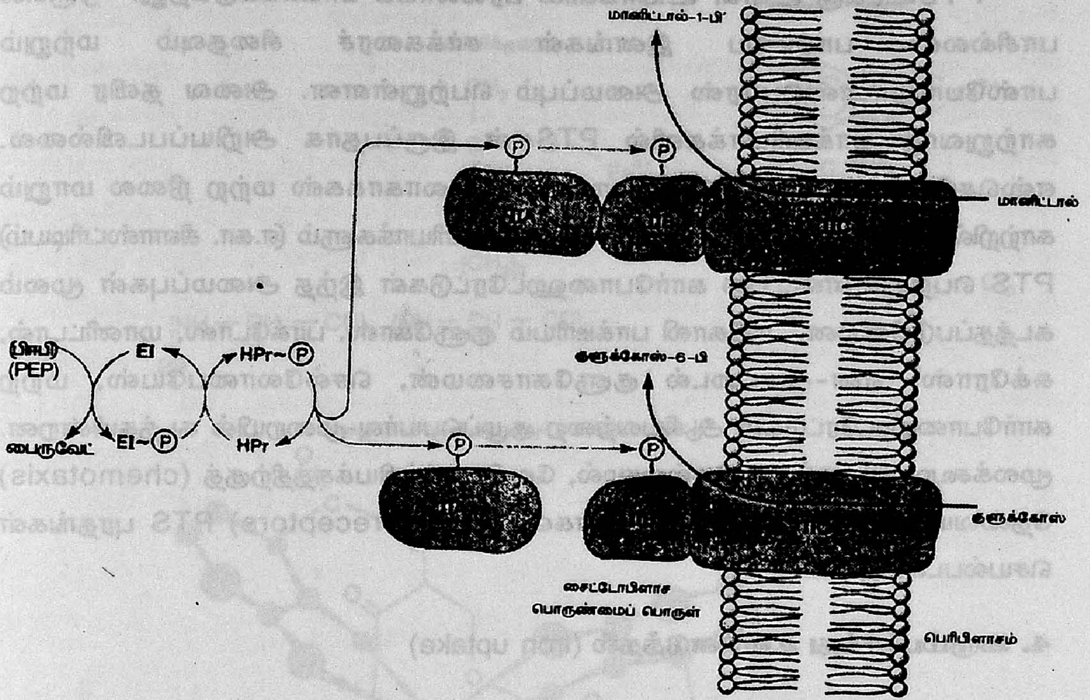
உ). கடத்தியின் வடிவமைதி (Confirmation) அதனால் மாற்றம் பெற்று சோடியம் படலத்தின் உட்பகுதியில் வெளியிடப்படுகிறது.

3. குழுப் பெயர்வு (Group Translocation)

முனைப்புக் கடத்தலில், கரைபொருட்கள் ஒரு படலத்திற்கு ஊடாக மாறுபாடின்றி செல்கின்றன. பல உட்கருவன்ன உடலமுடைய உயிர்கள் (அ) புரோகேரியோட்டுகள் (Prokaryotes) பல மூலக்கூறுகளை குழுப்பெயர்வு (Group Translocation முறையில்) உள்ளெடுத்துக் கொள்கின்றன. இந்த முறையில், ஒரு மூலக்கூறு செல்லினுள் வேதிய மாற்றம் பெற்ற நிலையில் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது (இதைச் சக்தி சார்ந்தக் கடத்தல் முறை என்று வகைப்படுத்தலாம். ஏனெனில் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பெறப்பட்ட சக்தி இதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது). மிகவும் தெரிந்த குழுப் பெயர்வு அமைப்பானது, பாஸ்போ இனால்பைருவேட் – சர்க்கரை பாஸ்போ டிரான்ஸ்பெரேஸ் அமைப்பு அல்லது பி.டி.எஸ். அமைப்பாகும் (phosphoenol pyruvate - sugar phosphotransferase system; PTS) (படம் 4.4). இந்த வகையில் பல சர்க்கரைகள் உட்கருவன்ன உடலமுடைய செல்களில் (Prokaryotic cells) பாஸ்போ இனால்பைருவேட்டை (phosphoenolpyruvate, PEP) ஒரு புரோட்டான் வழங்கியாக உபயோகப்படுத்தி பாஸ்பேட் மூலக்கூற்றைச் சேர்க்கை செய்து கடத்தப்படுகின்றன.

பி.ஈ.பி (PEP) + சர்க்கரை (வெளிப்பகுதி → பைருவேட் + சர்க்கரை – P (உள்பகுதி

இந்த பி.டி.எஸ். (PTS) அமைப்பு மிகவும் சிக்கலானது. ஈ.கோலியிலும், சால்மோனெல்லா டைபிமியூரியத்திலும் இதில் இரண்டு நொதிகளும், ஒரு குறைந்த மூலக்கூறு எடையுள்ள ஒரு வெப்பம் தாங்கும் புரதம் (Heat stable protein, Hpr) உள்ளது. இவற்றில் வெப்பம் தாங்கும் புரதம் (Hpr) மற்றும் நொதி I (Enzyme I (or) EI) சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ளவை. நொதி இரண்டு (Enzyme II or EII) மிகவும் வேறுபடும் அமைப்புடன், பெரும்பாலும் மூன்று பிரிவுகள் அல்லது கூறுகள் (domains) பெற்றும் இருக்கும். EIIA முன்னாளில் (EIII என்று அழைக்கப்பட்டது) சைட்டோபிளாசத்திலுள்ள கரையக்கூடிய மற்றொரு நொதியாகும். EIIBயும் நீர்நாட்டமுடைய ஒரு மூலக்கூறு. ஆனால் பெரும்பாலும் நீரச்சமுடைய EIIC என்ற படலத்தில் புதைந்துள்ள புரதத்துடன் இணைந்திருக்கும். உயர்சக்தியுடைய பாஸ்பேட் PEPயிலிருந்து EIIவிற்கு EIன் உதவியுடன் கடத்தப்படுகிறது (படம் 4.4). அதன் பிறகு ஒரு சர்க்கரை மூலக்கூறு படலத்தினூடாக நொதி II மூலமாக எடுத்துச் செல்லப்படும் போது பாஸ்பேட் இணைக்கப்படுகிறது. நொதி II குறிப்பிட்ட சர்க்கரையை மட்டுமே கடத்தும். மேலும் ஒவ்வொரு PTSக்குமிடையில் வேறுபடும். ஆனால் நொதி I (EI) மற்றும் Hpr அனைத்து PTSகளுக்கும் பொதுவான அமைப்பைப் பெற்றவை.



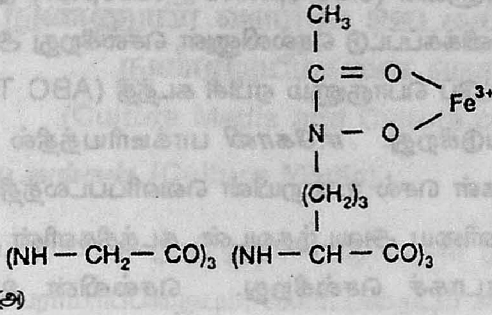
படம் 4.4. குழுப்பெயர்வு : பாக்டீரியாவின் பி.டி.எஸ் கடத்தல் அமைப்பு (Bacterial PTS Transport). பாஸ்போயினால்-பைருவேட் சர்க்கரை பாஸ்போடிரான்ஸ்பெரேஸ் அமைப்பின் (பி.டி.எஸ் அமைப்பு) இரு எடுத்துக்காட்டுகள். கீழ்க்கண்ட பகுதிப்பொருட்கள் இவ்வமைப்பில் ஈடுபடுகின்றன. பாஸ்போஇனால் பைருவேட் நொதி I (EI), குறைந்த மூலக்கூறு எடையுள்ள வெப்பம் தாங்கும் புரதம் (HPr), நொதி II (EII). அதிக சக்தியுள்ள பாஸ்பேட்டானது வெப்பம்தாங்கும் புரதத்திலிருந்து கரையும் EIIA க்கு இடமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. EIIA பின்னர் மானிடால் கடத்தும் அமைப்பில் EIIB யுடன் இணைகிறது. ஆனால் குளுக்கோஸ் அமைப்பில் தனியாக இயங்குகிறது. இரண்டிலும் பாஸ்பேட் EIIA -யிலிருந்து EIIB க்குச் சென்று அதன் பின் படலத்தின் வழியாகச் சர்க்கரைக்கு கடத்தப்படுகிறது. மற்ற வகைகளிலும் EII பகுதிப் பொருட்களிடையே தொடர்பு ஏற்பட வாய்ப்பளிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக IIA மற்றும் IIB படலக் கட்டமைப்பிலிருந்து விலகிய ஒரு கரையும் புரதத்தை உருவாக்கலாம். அதன் பிறகும் கூட பாஸ்பேட் IIA யிலிருந்து IIB க்குச் சென்று அதன்பின் படலக் கூறுகளுக்குச் செல்ல இயலும்.

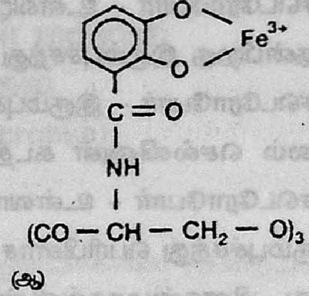
PTSஉட்கரு உள்ள உயிர்களில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. ஒருசில பாசில்லஸ் பாக்டீரிய இனங்கள் சர்க்கரைச் சிதைவும் மற்றும் பாஸ்போடிரானஸ்பெரேஸ் அமைப்பும் பெற்றுள்ளன. அவை தவிர மற்ற காற்றுவாழ் பாக்டீரியாக்களில் PTSகள் இருப்பதாக அறியப்படவில்லை. எஸ்செரிசியா, சால்மோனெல்லா, ஸ்டபைலோகாக்கஸ் மற்ற நிலை மாறும் காற்றில்லா வாழ் (obligatory anaerobic) பாக்டீரியாக்களும் (எ.கா. கிளாஸ்ட்ரிடியம்) PTS பெற்றுள்ளன. பல கார்போஹைட்ரேட்டுகள் இந்த அமைப்புகள் மூலம் கடத்தப்படுகின்றன. ஈ.கோலி பாக்டீரியம் குளுகோஸ், ப்ரக்டோஸ், மானிட்டால், சுக்ரோஸ், என்-அசட்டைல் குளுகோசமைன், செல்லோபையேஸ், மற்ற கார்போஹைட்ரேட்டுகள் ஆகியவற்றை குழுப்பெயர்வு முறையில் கடத்துகின்றன. மூலக்கூறு கடத்தல் மட்டுமல்லாமல், வேதிய ஈர்ப்பியக்கத்திற்குத் (chemotaxis) தேவையான வேதி உள்வாங்கிகளாகவும் (chemoreceptors) PTS புரதங்கள் செயல்படக்கூடியவை.

4. இரும்புச்சத்து உள்ளெடுத்தல் (Iron uptake)

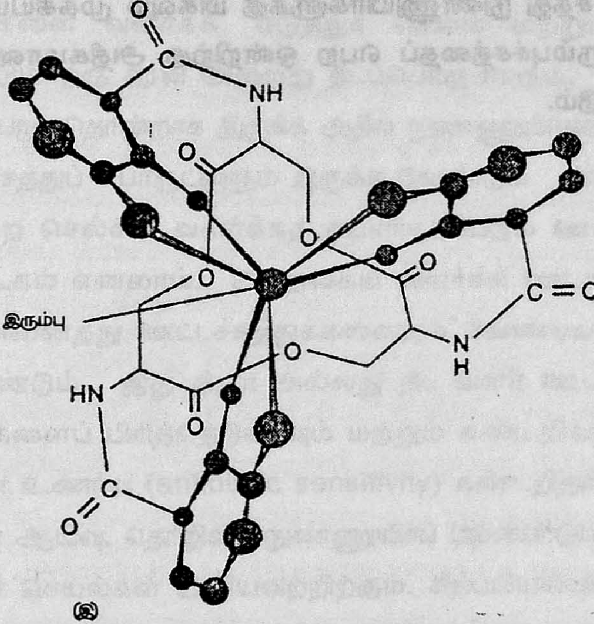
ஏறத்தாழ, அனைத்து நுண்ணுயிர்களுக்கும் சைட்டோகுரோம்கள் மற்றும் பல நொதிகளில் உபயோகிக்க இரும்புச்சத்து தேவை. இரும்புச்சத்து உள்ளெடுத்தலானது, மூவிணைத்திறனுள்ள இரும்பு (Fe^{3+}) மற்றும் அதிலிருந்து உண்டாகும் பொருட்களின் நீரில் கரையாத தன்மையானது எளிதில் இரும்புச்சத்து கிடைக்காமல் செய்வதால், மிகவும் கடினமான ஒரு செயலாக உள்ளது. இந்தப் பிரச்சினையை பல பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள் சைடெரோபோர்களை (Siderophores) சுரத்தலின் மூலம் தீர்க்கின்றன. சைடெரோபோர்கள் என்பவை குறைந்த எடையுள்ள மூலக்கூறுகளாகும்; அவை மூவிணைத்திறனுள்ள இரும்புடன் கூட்டுப் பொருட்களை உண்டாக்கி அவற்றை செல்லிற்குக் கொடுக்கின்றன. இந்த இரும்புச்சத்துக் கடத்தும் மூலக்கூறுகள் பொதுவாக ஹைட்ராக்ஸமேட்ஸ் (Hydroxamates) அல்லது பினோலேட்ஸ் - கேட்டகோலேட்ஸ் (phenolates-catecholates) வகையைச் சார்ந்தவை. எடுத்துக்காட்டாக பெரிகுரோம் (Ferrichrome) என்பது பூஞ்சைகளால் உண்டாக்கப்படும் ஒரு ஹைட்ராக்ஸமேட்டாகும். என்டிரோபாக்டின் (enterobactin) என்பது *ஈ.கோலி* உண்டாக்கும் ஒருவகை கேட்டகோலேட்டாகும் (படம் 4.5 அ,ஆ) மூன்று சைடெரோபோர்கள் ஒரு இரும்பு மூலக்கூறுடன் இணைந்து ஒரு கூட்டுப்பொருளை உண்டாக்குகின்றன (4.5இ).

நுண்ணுயிர்கள் ஊடகத்தில் இரும்புச்சத்தினளவு வெகுக்குறைவாக இருக்கும் போது சைடெரோபோர்களைச் சுரக்கின்றன. சைடெரோபோர் - இரும்பு





என்டிரோபாக்டின்-இரும்புக் கூட்டுப்பொருள்



படம் 4.5. சைடெரோபோர் மூவிணைத்திறன் இரும்புக் கூட்டமைப்புகள் (அ) பெரிக்குரோம் என்பது பலவகைப் பூஞ்சைகளால் உண்டாக்கப்படும் ஒரு வளைய ஹைட்டாக்ஸமேட் மூலக்கூறாகும். ஆ) ஈ.கோலி, என்டிரோபாக்டின் என்ற வளைய கேட்டகோலேட் வழிப்பொருளை உண்டாக்குகிறது. இ) மூவிணைத்திறனுள்ள இரும்பு அயனி மூன்று சைடெரோபோர்களுடன் ஆறு ஒருங்கிணைப்புள்ள எண்முகக் கூட்டமைப்பை படத்தில் காட்டியுள்ள என்டிரோபாக்டின் இரும்பு கூட்டமைப்பு போன்று உருவாக்கக்கூடும்.

கூட்டுப்பொருள் உருவானதும் அது செல்லின் வெளிப்பரப்பிலுள்ள சைடெரோபோர் - உள்வாங்கிகளுடன் (siderophore - receptor) இணைகிறது. அதன்பிறகு இரும்புச்சத்து விடுவிக்கப்பட்டு செல்லினுள் செல்கிறது அல்லது முழு சைடெரோபோர் - இரும்புக் கூட்டுப் பொருளும் ஏபிசி கடத்தி (ABC Transporter) மூலம் செல்லினுள் கடத்தப்படுகிறது. *ஈ.கோலி* பாக்டீரியத்தில் இத்தகைய சைடெரோபோர் - உள்வாங்கிகள் செல் உறையின் வெளிப்படலத்தில் உள்ளது; இரும்புச்சத்து பெரிபிளாச வெளியை அடைந்தவுடன், கடத்திகளின் உதவியுடன் அது பிளாஸ்மாசவ்வின் ஊடாகச் செல்கிறது. செல்லின் உட்பகுதியை அடைந்தவுடன் அது ஈரிணைவுள்ள இரும்புத்தனிமமாக (Fe^{2+}) ஒடுக்கம் பெறுகிறது. இரும்புச்சத்து நுண்ணுயிர்களுக்கு மிகவும் முக்கியமானதாகும். அதனால் அவை இரும்புச்சத்தைப் பெற ஒன்றிற்கு அதிகமான வழிகளை உபயோகப்படுத்தக் கூடும்.

5

நுண்ணுயிர் வளர்ப்பு ஊடகங்கள் மற்றும் நுண்ணுயிர்களை வளர்த்தல்

(Culture Media and Culture of Microbes)

வளர்ப்பு ஊடகங்கள் (Culture Media)

பெரும்பாலான நுண்ணுயிர் ஆய்வுகள் நுண்ணுயிர்களை முறையாக ஆய்வகத்தில் பராமரிப்பதையும், வளர்ப்பதையும் சார்ந்துள்ளன. அதற்கு சரியான வளர்ப்பு ஊடகங்கள் அவசியம். வளர்ப்பு ஊடகம் (culture medium) என்பது நுண்ணுயிர்களை வளர்க்க, எடுத்துச் செல்ல மற்றும் சேமித்து வைக்க தயாரிக்கப்படும் ஒரு திரவ அல்லது திடப்பொருளாகும். அத்தகைய வளர்ப்பு ஊடகம் சிறப்பானதொன்றாக இருக்க அதில் நுண்ணுயிர்கள் வளரத் தேவையான அனைத்துச் சத்துப் பொருட்களும் இருக்க வேண்டும். எனவே நுண்ணுயிர்கள் அல்லது மற்ற செல்கள் வளர்க்கத் தயாரிக்கப்படும் ஊட்டச்சத்து நிறைந்தது வளர்ப்பு ஊடகம் எனலாம். அத்தகைய வளர்ச்சி ஊடகமானது வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய அனைத்து ஊட்டச்சத்துக்களையும் வேண்டிய அளவு உடையதாக இருக்க வேண்டும். இது திரவ அல்லது திட வளர் ஊடகமாக இருக்கலாம். நுண்ணுயிர்களைப் பிரித்தெடுக்கவும் மற்றும் கண்டறிவதற்கும், நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள் உணர்வு (antibiotic sensitivity) கண்டறிதல், நீர் மற்றும் உணவு நுண்பொருள் ஆய்வு, தொழிலக நுண்ணுயிர்ப் பயன்பாடுகள் போன்ற மற்ற பல நுண்ணுயிர்ச் செயல்கள் ஆகியவற்றிற்கும், சிறப்பியல்புகளுள்ள ஊடகங்கள் அவசியம். அனைத்து நுண்ணுயிர்களுக்கும் சக்தி, கார்பன், நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், சல்பர் மற்றும் பலவகை ஊட்டச்சத்துக்களின் ஆதாரங்கள் தேவைப்பட்டாலும் நுண்ணுயிர் வகைகளுக்கிடையே ஊட்டச்சத்துத் தேவைகள் பெருமளவு வேறுபடுவதால், ஒரு திருப்திகரமான ஊடகத்தின் சரியான கலவையமைப்பானது வளர்க்க விரும்பும் நுண்ணுயிரைப் பொறுத்து அமையும். ஒரு நுண்ணுயிரின் வாழ்விடம் பற்றிய அறிவு அதற்கான வள்ர்ப்பு ஊடகத்தைத் தயாரிப்பதில் பெருமளவு உதவக்கூடும். ஏனெனில் அவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் ஊடகம் அதனுடைய இயற்கையானத் தேவைகளைக் கொண்டிருக்கும். பெரும்பாலான நேரங்களில் ஒரு நுண்ணுயிரைப் பிரித்தெடுத்து வளர்ப்பதற்கு அல்லது ஒரு நுண்ணுயிர் இனத்தைக் கண்டறிய வளர்ப்பு ஊடகங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அப்பொழுது ஊடகங்களின் பயன்பாடு அவற்றின் கலவையமைப்பை நிர்ணயிக்கும்.

ஊட்டச்சாறு ஊடகம் (Nutrient broth) மற்றும் ஊட்டச்சத்து அகார் (Nutrient broth) மாட்டிறைச்சி சத்து நீர் (Beef extract) 3 கிராம், பெப்டோன் 5 கிராம், சோடியம் குளோரைடு 8 கிராம், வாலைவடிநீர் 1லி ஆகியவற்றை கலந்து தயாரிக்கப்படுவதே ஒரு சரியான ஊடகமாகும். இது ஊட்டச்சாறு ஊடகம் (Nutrient broth) எனப்படும். மேற்கண்டவற்றுடன் அகார் (15 கிராம்) சேர்த்தால் கிடைக்கும் திடநிலை ஊடகம் ஊட்டச்சத்து அகார் (Nutrient Agar) எனப்படும். இது சார்ந்துண்ணி பாக்டீரியாக்களை வளர்க்கப் பயன்படும்.

செயற்கை ஊடகம் அல்லது வரையறுக்கப்பட்ட ஊடகம்
(Selective or Defined medium)

சில நுண்ணுயிர்கள், குறிப்பாக சையனோபாக்டீரியாக்கள், உட்கருபெற்ற ஆல்காக்கள் போன்ற ஒளிச்சேர்க்கைபுரியும், கனிம வாழ் தன்னூட்ட உயிர்களை (Photolithotrophic autotrophs) மிகவும் எளிய, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை கார்பன் மூலமாகவும் (பெரும்பாலும் சோடியம் கார்பனேட் அல்லது பைகார்பனேட்டாக அமைந்தவை), நைட்ரேட் அல்லது அம்மோனியாவை நைட்ரஜன் மூலமாகவும், சல்பேட்டுகள், பாஸ்பேட்டுகள் மற்றும் பலவகை நுண்ணூட்டச்சத்துக்களைக் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கலாம் (பட்டியல் 5.1). அது போன்று அனைத்துப் பொருட்களும் அவற்றின் அளவுகளும் வரையறுக்கப்பட்ட ஊடகத்திற்கு செயற்கை ஊடகம் அல்லது வரையறுக்கப்பட்ட ஊடகம் என்று பெயர். பல வேதிய, கரிம வாழ் சார்ந்துண்ணிகளை (chemoorganotrophic heterotrophs), குளுக்கோஸை கார்பன் மூலமாகவும், அம்மோனிய உப்புக்களை நைட்ரஜன் மூலமாகவும் கொண்ட வரையறுக்கப்பட்ட ஊடகங்களில் வளர்க்க இயலும். அனைத்து வரையறுக்கப்பட்ட ஊடகங்களும் பட்டியல் 5.1ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை போல் மிகவும் எளிமையானவையல்ல; ஆனால் ஒரு சில பன்னிரெண்டு வகைகளாலானப் பொருட்களிலிருந்து தயாரிக்க முடியும். வரையறுக்கப்பட்ட ஊடகங்கள் ஆய்வில் பரவலாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஏனெனில் ஆய்வுகளில் எடுத்துக் கொள்ளப்படும் நுண்ணுயிர்கள் எந்தப் பொருட்களைத் தமது வளர்சிதை மாற்றங்களுக்கு உபயோகப்படுத்துகின்றன என்பது தெரிந்திருப்பது அவசியமாகும்.

பட்டியல் 5.1 : வரையறுக்கப்பட்ட ஊடகங்களின் எடுத்துக்காட்டுகள் :

1. பி.ஜீ. 11 சயனோபாக்டீரியா வளர்ப்பு ஊடகம் (B. G.II Medium for cyanobacteria)

	பொருட்கள்	**அளவு (கிராம் / லிட்டர்)**
1.	சோடியம் நைட்ரேட் ($NaNO_3$)	- 1.5
2.	பொட்டாசியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட் (K_2HPO_4 $3H_2O$)	- 0.04
3.	மெக்னீசியம் சல்பேட் ($MgSO_4$ $7H_2O$)	- 0.075
4.	கால்சியம் குளோரைடு ($CaCl_2$ $2H_2O$)	- 0.036
5.	சிட்ரிக் அமிலம் (Citric acid)	- 0.006
6.	ஃபெர்ரிக் அம்மோனியம் குளோரைடு (Ferric Ammonium chloride)	- 0.006
7.	ஈ.டி.டி.ஏ. (சோடியம் மெக்னீசியம் உப்பு) (EDTA; Na_2Mg Salt)	- 0.001
8.	சுவட்டு உலோகக் கரைசல் (அ) மிகக் குறைந்த அளவு உலோகமுள்ள கரைசல் (Trace metal solution)	- 1.0 ml / litre
	இறுதி நீரியமின்ம அடர்வு (Final pH)	- 7.4

2. எஸ்செரிசியா கோலை (*Escherchia coli*) வளர்க்கப் பயன்படும் ஊடகம் (medium for *E. coli*)

	பொருட்கள்	**அளவு (கிராம் / லிட்டர்)**
1.	குளுகோஸ்	- 1.02
2.	சோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட் ($NaHPO_4$)	- 16.4
3.	பொட்டாசியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட் ($KHPO_4$)	- 1.5
4.	அம்மோனியம் சல்பேட் ($(NP_4)_2SO_4$)	- 2.0
5.	மெக்னீசியம் சல்பேட் ($MgSO_4$ $7H_2O$)	- 200.0 mg
6.	கால்சியம் குளோரைடு ($CaCl_2$)	- 10.0mg
7.	பெர்ரஸ் சல்பேட்டு ($FeSO_4$ $7H_2O$)	- 0.5mg
	இறுதி நீரிய மின்ம அடர்வு (Final p^H)	- 6.8-7.0

தொகுப்பு ஊடகம் (Complex medium)

வேதியக்கூறுகள் சரியாக அறியப்படாதப் பொருட்களைக் கொண்ட ஊடகத்திற்கு தொகுப்பு ஊடகம் என்று பெயர்.

அத்தகைய ஊடகங்கள் மிகவும் பயனளிப்பவை, ஏனெனில் ஒரு தொகுப்பு ஊடகமானது பல நுண்ணுயிர் வகைகளின் சத்துப்பொருள் தேவைகளை நிறைவேற்றக்கூடிய அளவில் வளமையாகவும், முழுமையாகவும் இருக்கக்கூடும். மேலும், ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிரின் சத்துப்பொருள் தெரியாத நிலையில், தொகுப்பு ஊடகங்களே பெரும்பாலும் பயனளிப்பவை. ஏனெனில் அப்போது வரையறுக்கப்பட்ட ஊடகத்தை வடிவமைக்க இயலாது. இத்தகைய நிலை, பல நுண்ணயமிக்க (அ) பசித்த பாக்டீரியாக்களுக்கு ((fastidious bacteria) (அவற்றில் சில ஊடகத்தில் இரத்தம் அல்லது சீரம் கலந்திருத்தல் அவசியம்) ஊடகங்கள் தயாரிக்கும் போது ஏற்படுகிறது.

தொகுப்பு ஊடகம் (complex medium) பெப்டோன்கள், இறைச்சிச் சாறு அலலது இறைச்சிச் சத்துநீர் மற்றும் ஈஸ்ட் சாறு அல்லது ஈஸ்ட் சத்து நீர் போன்ற வரையறுக்கப்படாத பொருட்களைப் பெற்றிருக்கும். இவற்றில் பெப்டோன்கள் (peptones), கார்பன், ஆற்றல் மற்றும் நைட்ரஜன் மூலமாகவும், இறைச்சிச்சாறு அமினோஅமிலங்கள், பெப்டைடுகள், நியூக்ளியோடைடுகள், கரிம அமிலங்கள், வைட்டமின்கள் மற்றும் தாதுப் பொருட்களை அளிப்பதிலும், ஈஸ்ட் சாறு ஒரு சிறந்த வைட்டமின் பி, நைட்ரஜன் மற்றும் கார்பன் கூட்டுப்பொருள் மூலமாகவும் செயல்படுகிறது. பெரும்பாலும் உபயோகப்படுத்தப்படும் மூன்று தொகுப்பு ஊடகங்களாவன : 1) ஊட்டச்சாறு ஊடகம் (Nutrient Broth) 2) டிரிப்டிக் சோயாசாறு (Tryptic soy Broth) மற்றும் 3) மெக்கோன்கீ அகார் (Mackonkey Agar) ஆகியனவாகும் (படம் 5.2).

திட ஊடகம் தேவைப்பட்டால் (மேற்பரப்பு நுண்ணுயிர் வளர்ப்பு (surface cultivation of microorganisms), திரவ ஊடகத்துடன் 1.0 முதல் 2.0 சதவிகித அகார் சேர்த்து (பெரும்பாலும் 1.5 சதவிகிதம்) திடப்பொருளாக்கம் (solidification) செய்யப்படுகிறது. சிகப்பு ஆல்காக்களிலிருந்து எடுக்கப்படும் இந்த அகாரானது ஒரு சிறந்த திடப்பொருளாக்கம் செய்யும் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. ஏனெனில் இதைக் கொதிக்க வைத்து கடினமாக்குமுன் சுமார் 40 முதல் 42^{0}C வரை குளிரச்செய்வதால். இது சுமார் 80 முதல் 90^{0}C வரை வெப்பம் அதிகரிக்கும் வரையில் மறுபடியும் உருகாது. மேலும் அகாரை பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்கள் சிதைக்க இயலாது. எனவே அது ஒரு மிகச்சிறந்த கடினமாக்கும் (அ) திடமாக்கும் பொருளாகும்.

பட்டியல் 5.2 : சில பொதுவான தொகுப்பு ஊடகங்கள் (some common complex media)

ஊட்டச்சாறு ஊடகம் (Nutrient Broth)

பொருட்கள்		அளவு (கிராம் / லிட்டர்)
1. பெப்டோன்	-	5
2. மாட்டிறைச்சிச் சாறு	-	3

டிரிப்டிக் சோயாச்சாறு (Tryptic soy Broth)

பொருட்கள்		அளவு (கிராம் / லிட்டர்)
1. டிரிப்டோன்	-	17.0
2. பெப்டோன்	-	3.0
3. குளுகோஸ்	-	2.5
4. சோடியம் குளோரைடு	-	5.0
5. இரட்டைப் பொட்டாசியம் பாஸ்பேட் (Dipotassium phosphate)	-	2.5

மெக்கோன்க்கீ அகார்

பொருட்கள்		அளவு (கிராம் / லிட்டர்)
1. ஜெலாடினின் கணையச் செரிபொருள் (Pancreatic digest of gelatin)	-	17.0
2. கேசினின் கணையச் செரிபொருள் (Pancreatic digest of caesin)	-	1.5
3. விலங்குத் திசுக்களின் பெப்டிக் செரிபொருள் (Peptic digest of Animal tissue)	-	1.5
4. லாக்டோஸ்	-	10.0
5. பித்த உப்புக்கள் (Bile salts)	-	1.5
6. சோடியம் குளோரைடு	-	5.0
7. நன்னிலைச் சிவப்பு (Neutral red)	-	0.03
8. கிரிஸ்டல் வயலட்	-	0.001
9. அகார்	-	13.5

மற்ற திடப்பொருளாக்கும் காரணிகளும் சில சமயங்களில் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சிலிக்காஜெல் ஒரு திடமாக்கும் பொருளாக, கரிமப் பொருட்கள் இல்லாத நிலையில் திட ஊடகத்தில் தன்னூட்ட பாக்டீரியாக்களை வளர்ப்பதற்கும், சார்ந்துண்ணி பாக்டீரியாக்களின் கார்பன் மூலங்களை ஆராய்வதற்கும் (ஊடகத்தில் பல கரிமக் கூட்டுப் பொருட்களை மாற்றீடு (substitution) செய்வதின் மூலம்) உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

பொதுநோக்க ஊடகம் (General purpose media)

பலவகை நுண்ணுயிர்களின் வளர்சசிக்குத் துணைபுரியும், டிரிப்டோன் கலந்த சோயா சாறு (trypic soy broth) மற்றும் டிரிப்டோன் கலந்த சோயா அகார் (trypic soy agar) ஊடகங்களுக்குப் பொது நோக்க ஊடகம் என்று பெயர்.

செறிவூட்டப்பட்ட ஊடகம் (enriched media)

இரத்தம் மற்றும் பிற சிறப்புச் சத்துப்பொருட்கள் பொதுநோக்க ஊடகத்தில் பசித்த (அ) நுண்ணிய எதிர்பார்ப்புகளுடைய கலப்பியைபிகளின் (fastidious heterotrophs) வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கச் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு செறிவூட்டப்பட்ட (fortified) ஊடகத்திற்கு செறிவூட்டப்பட்ட ஊடகம் என்று பெயர்.

தேர்வு ஊடகம் (Selective media)

தேர்வு ஊடகம் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட வகை நுண்ணுயிரின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிப்பவை. அதாவது சில குறிப்பிட்ட சேர்மங்களை உணவுக்கலவையில் சேர்ப்பதன் மூலம் சிலவகைப் பாக்டீரியாவைப் பிறவற்றினின்றும் நன்கு வளரச் செய்யும் ஊடகங்களை உருவாக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக பித்த உப்புக்கள் (bile salts) அல்லது கிரிஸ்டல் வயலட் (crystal violet) போன்ற சாயங்களை ஊடகங்களில் சேர்க்கும் போது அவை கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்களின் வளர்ச்சியை மட்டும் தடுக்கின்றன. ஆனால் கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியாக்களின் வளர்ச்சி தடுக்கப்படுவதில்லை. இம்முறையின் மூலம் கலந்து உறையும் பலவகை பாக்டீரியாவலிருந்து குறிப்பிட்ட சிலவகையை தேர்ந்து அறியலாம். அதுபோலவே, என்டோ அகார் (endo agar), இயோசின் மெத்திலீன் புளூ அகார் (eosin methylene blue agar) மற்றும் மெக்கோன்க்கீ அகார் (Macconkey agar) ஆகிய மூன்று ஊடகங்களும் நீர் வழங்கு நிலைகளிலும் (water supplies) மற்ற இடங்களிலும் ஈ.கோலி மற்றும் அதுபோன்ற பாக்டீரியாக்களைக் கண்டறிவதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன; அவற்றில் கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்களின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் சாயங்கள் உள்ளன. மெக்கோன்க்கி அகாரில் பித்த உப்புக்களும் உள்ளன.

பாக்டீரியாக்களை அவற்றிற்கென்ற பிரத்யேகமான ஊட்டச்சத்துக்களை உபயோகப்படுத்தியும் பிரித்தெடுக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக செல்லுலோஸ் மட்டுமே கார்பன் மற்றும் சக்தி ஆதாரமாகக் கொண்ட ஒரு ஊடகமானது செல்லுலோஸ் - சீரணிக்கும் பாக்டீரியாக்களைப் பிரித்தெடுப்பதில் மிகச்சிறப்பாக செயல்படக்கூடியது. அதுபோன்று பிரித்தெடுக்கும் ஊடகங்களுக்கான வாய்ப்புகள் பல ; தற்சமயம் பல டஜன் சிறப்பமைந்த தெரிவு ஊடகங்கள் உபயோகத்திலுள்ளன.

பிரித்தறி ஊடகம் (Differential media)

இவ்வகை ஊடகங்கள் பாக்டீரியாத் தொகுப்புகளை வேறுபடுத்துவதற்கும், மேலும் தறகாலிகமாக சிலவகை பாக்டீரியாக்களை அவற்றில் உயிரியல் பண்புகளின் அடிப்படையில் கண்டறிவதற்கும் பயன்படுகின்றன. பலவகையான பாக்டீரியாவினிடையே சிலவற்றை மட்டும் பிரித்தறியத்தக்க வளர்ச்சியையோ அல்லது கண்கூடாகக் காணத்தக்க மாற்றங்களையோ சில குறிப்பிட்ட சேர்மங்களைக் கலவையில் சேர்ப்பதன் மூலம் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக இரத்த அகார்க் கலவை ஒரு தெரிவுக்கலவை மற்றும் செறிவூட்டப்பட்ட கலவையுமாகும். இரத்த அகார்க் கலவையில் (blood agar medium) பலவகைப் பாக்டீரியாவையும் கலந்து விதைத்தால், ஒருசில பாக்டீரியாவே இரத்தத்தில் செவ்வணுக்களைக் கரைத்து அழிப்பதைக் கண்கூடாகக் காணலாம் (பலவகை ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ்கள் இத்தன்மையுள்ளவை) இத்தகைய பாக்டீரியத் தொகுதியைச் சுற்றி இரத்தச் செவ்வணுக்கள் கரைக்கப்பட்ட ஒரு தெளிவான சூழல் (zone) இருப்பதைக் காணலாம். இதனால் இரத்தச் செவ்வணுக்கரைப்பி (heomolytic) பாக்டீரியாவையும், கரைப்பியல்லாத (non-hemolytic) பாக்டீரியாவையும், ஒரே கலவையில் வளர்ப்பதன் மூலம் பிரித்தறியலாம். அதுபோலவே, மெக்கோன்க்கி அகாரும் (Macconkey Agar) ஒரு பிரித்தறி மற்றும் தேர்வு ஊடகமாகும். அதில் லாக்டோஸ் மற்றும் நடுநிலைச் சிவப்புச் சாயம் (neutral red dye) ஆகியவை உள்ளதால் இளஞ்சிவப்பு நிறமுடைய லாக்டோஸை நொதிக்கச் செய்யும் காலனிகளை மற்ற நொதிக்கச் செய்யாத காலனிகளிலிருந்து எளிதாகப் பிரித்தறியலாம்.

இவையல்லாமல் ஊடகங்களை அவற்றின் பௌதீக நிலையைப் பொறுத்து மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். 1) திரவ ஊடகம், 2) அரை திட ஊடகம், 3) திட ஊடகம்.

1. திரவ ஊடகம் :

சாறு (extract) என்பது திரவ வளர் ஊடகம். இவற்றில் திடநிலையாக்கும் காரணி சேர்க்கப்படவில்லை. இவ்வகை ஊடகம் நுண்ணுயிர்களின் வளர்வேகம், வீழ்படிவு வேகம் ஆகியவற்றை அறியப் பயன்படுகிறது.

2. அரைதிட ஊடகம் :

சிறிதளவு அகார் (0.5%) சேர்த்து இவ்வகை ஊடகம் தயாரிக்கப்படுகிறது. பாக்டீரியாவின் இயக்கத்தை அறிய இவ்வூடகம் பயன்படுகிறது.

3. திட ஊடகம் :

அதிக அளவு அகார் (2%) சேர்த்து இவ்வூடகம் தயாரிக்கப்படுகிறது. பாக்டீரியாக்காலனி வளரியல்பு, இனம் காணுதல், பிரித்தெடுத்தல், உயிர்எதிர்ப்பொருள்திறன் அறிதல் ஆகியவற்றை அறிய இவ்வூடகம் பயன்படுகிறது.

எனவே மேற்கண்ட கருத்துக்களிலிருந்து பகுதிப் பொருட்களின் அடிப்படையில் வளர்ப்பு ஊடகங்களைக் கீழ்க்கண்ட வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. இயற்கை ஊடகம் (Natural medium)
2. உயிருள்ள ஊடகம் (Living medium)
3. செயற்கை ஊடகம் (Synthetic medium)
4. தொகுப்பு ஊடகம் (Complex medium)
5. குறைந்தபட்ச ஊடகம் (Minimal medium)

அதுபோலவே பயன்பாட்டின் அடிப்படையில் வளர்ப்பு ஊடகங்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

1. தேர்ந்தெடுப்பு ஊடகம் (Selective medium)
2. வேறுபடுத்து ஊடகம் (Differential medium)
3. செறிவூட்டும் ஊடகம் (Enrichment medium)
4. செறிவூட்டப்பட்ட ஊடகம் (Enriched medium)
5. அளவீட்டு ஊடகம் (Assay medium)
6. இடப்பெயர்வுக்கு உதவும் ஊடகம் (Transport medium)
7. பராமரிப்பு ஊடகம் (Maintenance medium)

8. கணக்கீட்டு ஊடகம் (Enumerator medium)

9. வளர்பண்பு ஊடகம் (characteristic medium)

அளவீட்டு ஊடகம் (Assay)

வைட்டமின்கள், அமினோ அமிலங்கள், நுண்ணுயிர் எதிரிகள் முதலியவற்றை அளவிடுவதற்கு, சில குறிப்பிட்ட சேர்மங்களைக் கொண்ட உணவுக்கலவைகள் பயன்படுகினறன. நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சியைக் கொண்டு இத்தகைய சேர்மங்களை அளவிடும்முறை உயிர் அளவீட்டுமுறை (bioassay) எனப்படும். நுண்ணுயிர்க்கொல்லி மருந்துகளின் வீரியத்தை அளவிடுவதற்கு இத்தகைய பல குறிப்பிட்ட அளவீட்டுக் கலவைகள் உள்ளன.

பாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கை அறிந்திட உதவும் ஊடகம் (Enumerator medium)

பால், தண்ணீர், உணவுப்பொருட்கள், மண் முதலியவற்றிலுள்ள பாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கையைக் கண்டறிய வெவ்வேறு வகை ஊடகங்கள் தயாரிக்கப்பட்டு பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை கணக்கீட்டு ஊடகங்கள் (Enumerator medium) எனப்படும்.

பாக்டீரியாவை வகைப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படும் ஊடகம் (characteristic medium)

பாக்டீரியாவின் வளர்ச்சித் தன்மையையும், அவைகளால் ஏற்படும் வேதிச் செயல் மாற்றங்களையும் கண்டறிவதற்காகப் பலவகை உணவுக்கலவைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இக்கலவைகள் பாக்டீரியாவை வகைப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

நுண்ணுயிர்களை வளர்த்தல் (Culture of Microbes)

நுண்ணுயிர் வளர்ப்பு (Culture of microbes) என்பது ஊட்டச்சத்து ஊடகத்தில் நுண்ணுயிர்களை வளரச்செய்வதாகும். ஒரு வளர்ப்பில் ஒரே ஒரு வகையான நுண்ணுயிரிகள் இருப்பின் அதற்குத் தூய வளர்ப்பு (Pure culture) என்று பெயர். தொடர்புடைய இரு நுண்ணுயிர்கள் இருப்பின் இரு உறுப்பினர் வளரி என்றும், பல நுண்ணுயிர்கள் இருப்பின் கலப்பு வளரி (mixed culture) என்றும் பெயர். இயற்கைச் சூழலில் சாதாரணமாக பல நுண்ணுயிர் வகைகள் ஒரே இடத்தில் வளரும். அவ்வாறு இயற்கையில் மண், நீர் போன்ற வாழிடங்களில் உள்ள நுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிவதற்காக அவற்றின் மாதிரிகள் (samples) கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்டக் குடுவைகளில் சேகரித்து ஆய்வகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு பலவகை வளர்ப்பு முறைகள் மூலம் வளர்க்கப்படுகின்றன. ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை நுண்ணுயிரைக் கலப்பு வளர்ப்பு முறையில் ஆய்வு செய்ய இயலாது. கலப்பு வளர்ப்பிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட வகை நுண்ணுயிரை தனிமைப்படுத்துவதற்கு காலனிகளைப் பிரித்தெடுத்தல் (Isolation) என்று பெயர். அவ்வாறு காலனிகளிலிருந்து தூயவளரியைப் பிரித்தெடுக்க அவற்றைப் பிரித்தெடுத்தல் ஊடகத்தில் வளர்க்க வேண்டும். ஆய்வகச் சூழலில் ஊடகத்தில் அவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிரியைச் செல்பெருக்கம் அடையச் செய்வதே வளர்த்தல் எனப்படும்.

தூய வளர்ப்பு (Pure culture) ஒரு செல்லிலிருந்து ஒரே வகையான நுண்ணுயிரை வளரச்செய்து அந்த நுண்ணுயிரை வகைப்படுத்துவதற்குத் தேவைப்படுகிறது. தூய வளர்ப்புமுறை நுண்ணுயிரியலில் மிகவும் முக்கியமான ஒன்றாகும். ஏனெனில் ஜெர்மானிய பாக்டீரியவியல் அறிஞர் ராபர்ட் கோச்சினால் தூய வளர்ப்பு முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்தான், நுண்ணுயிர்த் துறையில் மிகப்பெரிய மாற்றம் உருவாகியது. அவ்வாறு தூய வளர்ப்புமுறை கண்டறியப்பட்ட சுமார் 20 ஆண்டுகளுக்குள் மனிதனுக்கு நோயுண்டாக்கும் பெரும்பாலான பாக்டீரிய இனங்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டன.

தூய வளரியைப் பெறுவதற்கு முதலில் தேவைப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிர் வகையின் எண்ணிக்கையை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் பெருக்கி அதை பெரும்பான்மையான அளவிற்கு அதிகரிக்கச் செய்ய வேண்டும். இது நமக்குத் தேவைப்படும் நுண்ணுயிரியின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் அதே சமயம் மற்ற நுண்ணுயிர் வகைகளை அழிப்பதன் மூலமோ அல்லது அவற்றின் வளர்ச்சியைத் தடுப்பதின் மூலமோ செய்ய இயலும். அதற்கு மூன்று முறைகள் உள்ளன.

1. இயற்பியல் முறைகள் (Physical methods)

2. வேதிய முறைகள் (Chemical methods)

3. உயிரியல் முறைகள் (Biological methods)

1. இயற்பியல் முறைகள் :

அ) வெப்பப்படுத்துதல் (Heat Treatment) :

இம்முறை பாசில்லஸ், லாக்டோபாசில்லஸ் போன்ற ஸ்போர்கள் உற்பத்தி செய்யும் நுண்ணுயிர்களைத் தனிமைப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இத்தகைய உள்வித்து (endospore) உற்பத்தி செய்யும் பாக்டீரியாக்களைப் பிரித்தெடுக்க, ஒரு கலப்பு வளரியை 80^0C அளவிற்கு 10 நிமிடம் சூடுபடுத்தியபின் வளர்ப்பு ஊடகத்தினுள் பொறையூற்றம் (Inoculation) செய்ய வேண்டும். அவ்வாறு செய்யும்போது இவ்வகை வெப்பம் தாங்கும் பாக்டீரியாக்கள் தவிர மற்ற பாக்டீரியாக்கள் கொல்லப்பட்டுவிடும்.

ஆ) நுண்ணுயிர் அரும்பும் வெப்பம் (அ) அடைகாக்கும் வெப்பம் (Incubation Temperature) :

பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்களுக்கு நன்றாக வளர்வதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைத் தேவை. அந்த வெப்பநிலைக்கு உகப்பளவு வெப்பம் (optimum temperature) என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக குளர்நாடி பாக்டீரியாக்களை 0 முதல் 5^0C வெப்பநிலையில் அடைகாத்தலின் மூலம், நடுநிலை வெப்ப விரும்பிகள் (mesophilic, 20-40^0C), மற்றும் உயர் வெப்பநிலை விரும்பிகள் (Thermophidic; 45^0C and above) வகையைச் சார்ந்த பாக்டீரியாக்கள் கொல்லப்பட்டு, குளிர்நாடி பாக்டீரியாக்கள் மட்டும் வளரச் செய்யப்படுகின்றன.

இ) ஹைட்ரஜன் அயனி அடர்த்தி (p^H) : இது நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியில் தாக்கம் ஏற்படுத்தக்கூடிய ஒரு முக்கியக் காரணியாகும். எடுத்துக்காட்டாக பெரும்பாலான லாக்டோபாஸில்லைகள் அமில நிலையிலும் ($p^H < 7.0$) மற்றும் சில விப்ரியோ காலரே போன்ற பாக்டீரியாக்கள் காரநிலையிலும் ($p^H > 7.0$) நன்றாக வளரும் இயல்புடையவை.

ஈ) ஆக்ஸிஜன் மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு :

இவை பாக்டீரிய வளர்ச்சியில் மிகப்பெரிய தாக்கத்தை ஏற்படுத்தக் கூடியவையாகும். காற்றுச் சுவாச நுண்ணுயிரிகளுக்கு (Aerobic bacteria) 21% ஆக்ஸிஜன் தேவை. ஆனால் இந்நிலை காற்றில்லா நிலைவாழ் (anaerobic)

பாக்டீரியாக்களுக்கு நச்சுநிலையாகும். அதுபோலவே நுண்ணளவு காற்றுவாழ் பாக்டீரியாக்களின் (Micro-aerophilic bacteria) வளர்ச்சிக்கு மிகக்குறைந்த அளவே ஆக்ஸிஜன் தேவை. ஏனெனில் அதிக அளவு ஆக்ஸிஜன் உள்ள நிலையில் இவற்றின் நொதிகள் செயலிழந்துவிடும்.

உ) செல்லின் அளவு மற்றும் இயங்கும் தன்மை (Cell size and motility) :

பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மற்றும் இயக்கத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, 0.15mm அளவுள்ள டிரெப்போனீமா (*Treponema*)-க்களை எயிற்றுச்சுரண்டல் திசுக்களை (gingival scrappings) அகார்த் தட்டுக்களின் மேற்புறத்தில் வைப்பதின் மூலம் பிரித்தெடுக்கலாம். அவை வடிகட்டியினூடாகச் சென்று அகார் ஊடகத்தினுள் நீந்திச் செல்லும். அப்போது அவற்றினால் அகாரில் உண்டாகும் மங்கலான நிலை (fuzziness) யிலிருந்து அவற்றை அறியலாம்.

2. வேதிய முறைகள் (Chemical methods) :

சில வேதியப் பொருட்கள் ஒரு சில குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிர்களைத் தெரிவு செய்யப் பயன்படுகின்றன. அத்தகைய சில வேதிப் பொருட்களை ஊடகத்தினுள் சேர்க்கும்போது அந்த குறிப்பிட்ட சில நுண்ணுயிர்கள் மட்டுமே அவற்றில் நன்றாக வளர இயலும். இத்தகைய தெரிந்தெடுப்பு அந்த ஊடகங்களிலுள்ள கார்பன் அல்லது நைட்ரஜன் ஆதாரங்களின் அடிப்படையில் அமையும். இவ்வாறு ஊடகத்தில் ஒரு சில வேதிய துணைப்பொருட்களைச் சேர்த்து நுண்ணுயிர்களைத் தெரிந்தெடுத்து வளர்த்தலுக்கு செறிவூட்டப்பட்ட வளர்ப்பு (enrichment culture) என்றும் அத்தகைய ஊடகங்களுக்குச் செறிவூட்டப்பட்ட ஊடகம் (enrichment medium) என்றும் பெயர். எடுத்துக்காட்டாக ரோஸ் பெங்கால் (rose bengal) போன்ற சாயங்கள் வேகமாக வளரும் பூஞ்சைகளைப் பிரித்தெடுக்கப் பயன்படுகின்றன. அதுபோலவே நைஸ்டேட்டின் (Nystatin) என்ற எதிர்ப்பொருள் (antibiotic) பாக்டீரிய மாசுக்களைத் தடுக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஈஸ்ட் மானிட்டால் அகார் (Yeast Mannitol Agar; YEM) ஊடகத்துடன் காங்கோ சிவப்புச் (Congo Red) சாயம் கலக்கப்படும் போது, அது ரைசோபியத்தையும், அக்ரோபாக்டீரியத்தையும் வேறுபடுத்திக்காட்டப் பயன்படுகிறது; அதாவது ரைசோபியம் அந்தச் சாயத்தை ஏற்பதில்லை. ஆனால் அக்ரோ பாக்டர் இளஞ்சிவப்பு நிறம் பெறுகிறது. பல கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்கள் சாயம் இருக்கும் ஊடகத்தில் வளர்வதில்லை. மாறாக, கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியாக்கள் சாயமுள்ள ஊடகங்களில் நன்றாக வளர்கின்றன.

3. உயிரியல் முறைகள் (இயற்கை தெரிந்தெடுப்பு) (Biological methods; Natural selection)

ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிர்கள் ஒரு சில குறிப்பிட்ட வாழ்விடங்களுக்குரியவை. எடுத்துக்காட்டாக, சில மல நாட்ட பாக்டீரியாக்கள் (Coprophilous bacteria) மற்றும் மீத்தேன் சார்ந்த பாக்டீரியாக்கள் (methanogenic bacteria) சாணத்தில் மட்டுமே வாழ விரும்புபவை. அதுபோலவே பென்சிலியா போன்றவை எலுமிச்சைவகைப் பழங்களில் வாழ்பவை. இயற்கையே இத்தருணங்களில் நுண்ணுயிர் வகைகளைத் தெரிந்தெடுக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக சளி மாதிரிகளில் (sputum samples) ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் நிமோனியே (*Streptococcus pneumoniae*) பாக்டீரியாக்களுடன் மற்றவகை நுண்ணுயிர்களும் கலந்திருக்கக்கூடும். இந்த சளி மாதிரி செலுத்தப்பட்ட ஆய்வகச் சுண்டெலியின் உடலில் ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் நிமோனியே நன்றாக வளர்கிறது. ஆனால் மற்ற நுண்ணுயிர்கள் எலியின் நோய்த் தற்காப்புச் செயல்களினால் (defensive mechanisms) கொல்லப்பட்டு விடுகின்றன.

காற்றுவாழ் பாக்டீரியா வளர்ப்பு முறைகள் :

காற்றுவாழ் அல்லது நிலைமாறும் பாக்டீரியாக்கள் (aerobic or facultative bacteria) ஆக்ஸிஜன் செறிவூட்டப்பட்டச் சூழலில் வளர்க்கப்பட வேண்டும். பெரிய மேல்பரப்புள்ள ஆக்ஸிஜன் செறிவூட்டப்பட்ட நிலையிலுள்ள ஊடகங்கள் அத்தகையச் சூழலை வெளிப்படுத்துகின்றன. ஃபெர்பாக் குடுவை (Ferbach flask), கோலே குடுவை (Kolle flask), மற்றும் ரூ பாட்டில் (Roux bottle) போன்றவை அதிகரிக்கப்பட்ட காற்றளவுள்ளச் சூழலை உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன.

காற்றில்லாநிலை வாழ் நுண்ணுயிர் வளர்ப்பு முறைகள் (Methods of Culturing Anaerobes)

காற்றில்லா நிலை வளர்ப்பு நுண்ணுயிர்களின் தேவை, அளவு மற்றும் நுண்ணுணர்வு (sensitivity) ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வேறுபடும். கிளாஸ்ட்ரீடியம் ஹிஸ்டோலிட்டிகம் (*Clostridium histolyticum*) போன்ற பாக்டீரியாக்கள் காற்றில்லா நிலையைத் தாக்குப்பிடிப்பவை (aerotolerant); அதனால் அவை காற்றில்லா வளர்ப்புத் தட்டுகளின் மேற்பரப்பில் வளரக்கூடும். அதே சமயம், கிளாஸ்ட்ரீடியம் டெட்டனி (*C. tetani*) போன்றவை கண்டிப்பாக காற்றில்லா நிலை விரும்பிகள். எனவே அவை மேற்பரப்பு வளர்ச்சியை (surface growth) ஆக்ஸிஜன் அளவு 2மி.மீ மெர்க்குரியை விடக் குறைவான நிலையிலும்

உண்டாக்குபவை. நிலைமாறா காற்றுவிரும்பிகளை (obligate aerobic forms) ஹீலியம் போன்ற மந்தவாயு (inert gas) ஆக்ஸிஜனுக்குப் பதிலாக நிரப்பப்பட்ட வளர்ப்புச் சிற்றறைகளில் (growth cabins) வளர்க்க இயலும். அத்தகைய அறைகள் அல்லது சிற்றறைகள் அதிகச் செலவு பிடிப்பவை. எனவே அதிகச் செலவில்லாத மெழுகுவர்த்தி ஜாடிகளை (candle jars) உபயோகப்படுத்தலாம். இம்முறையில் உட்கலப்புச் செய்யப்பட்ட வளரிகளுள்ள பெட்ரிதட்டுக்களின் மேல் எரிகின்ற மெழுகுவர்த்திகளை வைத்து உட்கலப்பு செய்யப்பட்ட ஜாடிகளினுள் காற்றுப்புகா வண்ணம் இறுக மூடப்படுகின்றன. மெழுகுவர்த்தி எரியும் போது ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொண்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை வெளிவிடுகிறது. அப்போது காற்றில்லா நிலை விரும்பிகள் அகார்க் குத்திகளில் (agar stabs) வளர்கின்றன. ஆனால் நிலைமாறும் காற்று வாழ்விகள் (facultative anerobes) ஆக்ஸிஜன் உள்ள அல்லது இல்லாத நிலையிலும் வளர்கின்றன. நுண்ணளவு தாக்குப்பிடிப்பன (அ) நுண்ணளவு காற்று விரும்பிகள் என்பவை மிகக்குறைந்த அளவு ஆக்ஸிஜனுள்ள நிலையில் வளரக்கூடியவை. அவற்றில் வளர்ச்சி அதிக ஆக்ஸிஜனுள்ள நிலையில் தடைப்படுகிறது. தற்காலங்களில், காற்றில்லா ஜாடிகள் விற்பனையிலுள்ளன. அவற்றில் ஒரு சுட்டிப்பட்டை (indicator strip) உள்ளது. அதனுடைய நிறம் நீலநிறத்திலிருந்து நிறமற்றத்தன்மைக்கு ஆக்ஸிஜன் முற்றிலும் உபயோகப்படுத்தப்பட்ட நிலையில் மாறும்.

வளிப்பைகள் (gas paks) என்பவை உபயோகித்தபின் எறியக்கூடிய (disposable) உறைகளாகும். இவற்றில் ஹைட்ரஜன் மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஆகியுவற்றை நீரைக்கலக்கும் போது வெளிவிடும் வேதிப்பொருட்கள் இருக்கும். பொறையூட்டப்பட்டத் தட்டுக்களை ஜாடியினுள் வைத்தபின் நீர்கலக்கப்பட்ட இவ்வுறைகள் அதனுள் வைக்கப்பட்டு, இறுக்கமாக மூடப்படுகின்றன. ஹைட்ரஜனும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும் விடுவிக்கப்படும் போது, அவ்வுறையிலுள்ள ஒரு குளிர்ந்த கிரியா ஊக்கியானது ஹைட்ரஜனை ஆக்ஸிஜனுடன் இணையச் செய்து ஆக்ஸிஜனற்றச் சூழலை உருவாக்குகிறது. இத்தகைய வளி உறைகள் எளிமையானவை மற்றும் சிறப்பாகச் செயல்படக்கூடியவை. அதனால் இது வெற்றிடத்தை உள்ளிழுத்தல் மற்றும் ஹைட்ரஜன் உட்செலுத்தல் போன்ற முறைகளைத் தேவையற்றதாக்குகிறது. ஊடகத்தில் தேவையான ஆக்ஸிஜன் அளவை 7% குளுகோஸ், 1% தையோகிளைக்கோலேட், 0.1% அஸ்கார்பிக் அமிலம், 0.05% சிஸ்டீன் போன்ற ஒடுங்குகாரணிகளை (reducing agents) உபயோகப்படுத்துவதன் மூலம் உண்டாக்கலாம்.

வளர்ப்பு முறைகள் (Culture Techniques)

நுண்ணுயிர் வளர்ப்பு முறைகள் பல வகைப்படும். அவையானவன

1. தொகுப்பு வளர்ப்பு (Batch culture)
2. தொடர் வளர்ப்பு (Continuous culture)
3. ஒருமித்த வளர்ப்பு (Synchronous culture)
4. தொடர் ஊட்டத் தொகுப்பு (Fed-batch culture)

1. தொகுப்பு வளர்ப்பு :

குறிப்பிட்ட கொள்ளளவுடைய (வரையறுக்கப்பட்ட) ஊடகத்தில் நுண்ணுயிர்களை வளர்ப்பது தொகுப்பு வளர்ப்பு எனப்படும். இதுஒரு எளியமுறை வளர்ப்பாகும். இம்முறையில் தகுந்த சூழ்நிலையில் எல்லா ஊட்டச்சத்துக்கள் அடங்கிய குறிப்பிட்ட அளவு ஊடகத்தில் நுண்ணுயிரி வளர்க்கப்படுகிறது. வளர்ப்புக்குப் பயன்படும் கலன்கள் நொதிகலன் (fermenter) அல்லது உயிர் வினைகலன் எனப்படும். சோதனைக்குழாய், கண்ணாடித்தட்டு (Petri plate), கூம்புக்குடுவை ஆகியவற்றைக் கலன்களாகப் பயன்படுத்தலாம்.

2. தொடர் வளர்ப்பு :

தொடர்ச்சியாக மாறா வேகத்தில் ஒரு ஊடகத்தில் நுண்ணுயிர்கள் வளர்க்கும் முறை தொடர் வளர்ப்பு எனப்படும். இம்முறையில் ஊட்டச்சத்து தொடர்ச்சியாக அளிக்கப்படுகிறது. நச்சு வினைப்பொருட்கள், இறந்த செல்கள் நீக்கப்படுகின்றன. பாக்டீரியா இனத்தொகை செல்பெருக்கநிலையிலேயே உள்ளது. இவ்வளர்பிற்கு கீமோஸ்டாட் (Chemostat) மற்றும் டர்பிடோஸ்டாட் (Turbidostat) போன்ற உபகரணங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பாக்டீரியச் செல்தொகுப்பைப் பெறவும், பாக்டீரிய உடற்செயலியலை அறியவும், வேறுபட்ட ஊட்டச்சத்தின் விளைவுகளை அறியவும், ஒருசெல்புரத உற்பத்திக்கும், இத்தகைய தொடர் வளர்ப்புமுறைப் பயன்படுகிறது.

3. ஒருமித்த வளர்ப்பு முறை :

பாக்டீரிய இனத்தொகை வளர்ப்பிலிருந்து ஒரு தனிப்பட்ட பாக்டீரியச் செல்லின் வளர்ச்சி மற்றும் பண்பை அறிய இயலாது. ஏனெனில் அந்த இனத்தொகையில் பல்வேறு அளவுள்ள மற்றும் வயதுள்ள பாக்டீரியங்கள் காணப்படும். தனிப்பட்ட பாக்டீரியத்தின் வளர்ச்சி, பண்பு மற்றும் பழகுமுறைகளை அறிய ஒருமித்த வளர்ப்பு முறைப் பயன்படுகிறது. இவ்வளர்ப்பு

முறை ஒரே நிலையிலுள்ள செல்களின் இனத்தொகையைக் கொண்டதாகும். வளர்ப்பிலுள்ள எல்லாச் செல்களும் ஒரே சந்ததி நேரம் கொண்டதாக இருக்கும். பின்னர் எல்லாச் செல்களும் ஒரே நேரத்தில் பிரிவடையும். எனவே முழுஇனத்தொகையும் சீரான வளர்ச்சி, பிரிவடைதலைக் கொண்டிருக்கும். இதற்குப் பின்வரும் தொழில்நுட்பங்கள் பயன்படுகின்றன.

அ) தூண்டுதல் முறை (Induction technique) : சூழ்நிலைக் காரணிகளைத் தக்கவாறு பயன்படுத்துதல்

ஆ) தேர்வுத் தொழிற்நுட்பம் (Selection techniques) : இனத்தொகையிலிருந்து செல்சுழற்சியின் ஒரே நிலையிலுள்ள செல்களைப் பிரித்தல்.

இ) ஹெம்செட்டர் - கம்மிங்ஸ் தொழில்நுட்பம் (Helmsetter - Cummings technique) : செல்பிரிதலின் போது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் வளர்ச்சி, அமைப்பு முறை, புறத்தோற்ற ஆக்கம் ஆகியவை பற்றி ஆய்வு செய்யப் பயன்படுகிறது.

4) தொடர் ஊட்டத் தொகுப்பு முறை :

தொகுப்பு வளர்ப்பின்போது, தொடர்ச்சியாகவோ அல்லது குறித்த இடைவெளியிலே புதிய ஊடகத்தை ஏற்கனவே உள்ள திரவ ஊடகத்துடன் சேர்ப்பதே தொடர் ஊட்டத்தொகுப்பு வளர்ப்பு எனப்படும். இவ்வளர்ப்பில் ஊடகத்தில் அளவு அதிகரித்து கொண்டே இருக்கும்.

தூய வளரிகளைப் பிரித்தெடுத்தல் மற்றும் பராமரித்தல் (Methods of Isolation and Maintenance of Pure Culture)

கலப்பு வளரியிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட வகை நுண்ணுயிரியைத் தூயவளர்ப்பு செய்வதற்காகத் தனிமைப்படுத்துவதற்குப் பிரித்தெடுத்தல் (isolation) என்று பெயர். தூய வளர்ப்பு (pure culture) என்பது ஒரே ஒரு நுண்ணுயிர் இனம் மட்டும் வளர்க்கும் முறையாகும்.

ஜோஸப்லிஸ்டர் (Joseph Lister 1827-1912) என்பவர் முதன் முதலில் தொடர்நீர்த்தல் (serial dilution) முறையில் தேவைப்படும் நுண்ணுயிரியை பிரித்து தூயவளரி பெறும் முறையை விளக்கினார். திட ஊட்டச்சத்துப்பரப்பை ஒரு தனிப்பட்ட நுண்ணுயிரி காலனி வளர்ப்பதற்கு பயன்படுத்தலாம் என ஸ்ச்ரோட்டர் (Schroter 1872) என்பவர் உறுதிப்படுத்தினார். தூயவளர்ப்பிற்குப் பலமுறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவையாவன:

1) நுண் கையாள் கருவி (Micromanipulator) உபயோகித்தல் :

ஒரு மைக்ரோமானிபுலேட்டர் எனப்படும் நுண்கையாள் கருவியின் மூலம் வளர்ப்பு ஊடகத்திலிருந்து ஒரு உயிருள்ள செல்லை தூய வளர்ப்பிற்கு மாற்றம்

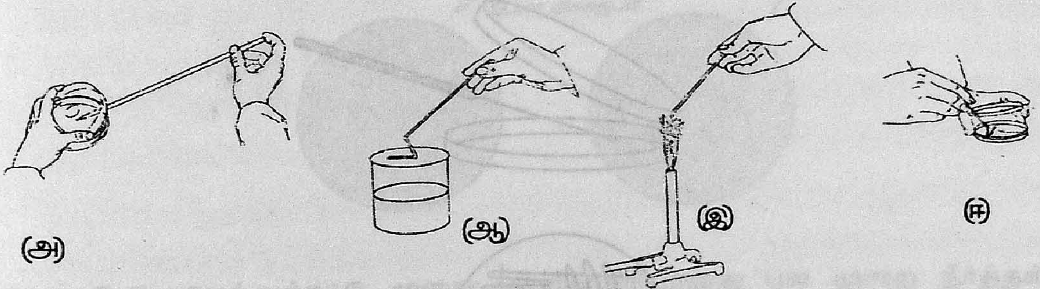
செய்ய இயலும். இம்முறையில் ஒரு நுண்ணோக்கியின் உதவியுடன் இக்கருவியின் மூலம் ஒரு காலனியை கலப்பு வளரியிலிருந்து எடுத்து தூய வளர்ப்பிற்கு இடமாற்றம் செய்யப்படுகிறது.

2) காற்றில் வெளிப்படுத்திப் பிரித்தல் (Isolation by exposure to air)

ஊட்டச்சத்து அகார் கண்ணாடித்தகடு அல்லது வளர்ப்பு ஊடகம் வெளியில் சில நிமிடங்கள் வைக்கப்படுகிறது. அதன் பின்னர் ஒரு இரவிற்கோ அல்லது மேலாகவோ அடைகாக்கப்பட்டபின், சிறிய காலனிகள் ஊடகத்தின் மேற்பரப்பில் தோன்றுகின்றன. அவை புதிய ஊடகத்திற்கு கிருமிகள் நீக்கப்பெற்ற நிலையில் இடமாற்றம் செய்யப்பட்டு தூயவளரிகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்த முறைக்கு உள் வளர்ப்பு (sub culture) என்று பெயர். திடஊடகத்திலிருந்து (எ.கா. அகார்) திரவ ஊடகத்திற்கு (எ.கா.ஊட்டச்சாறு) இடமாற்றம் செய்தல் பொறுக்கியெடுத்தல் (picking off) என்று அழைக்கப்படுகிறது. அந்தச் சமயங்களில், காலனிகளின் அளவு, வடிவம், தோற்றம், அமைப்பு, நிலைத்தன்மை (consistency) மற்றும் ஒளியியல் பண்புகள் (optical properties) ஆகியவைப் பதிவு செய்யப்படுகின்றன.

3) பரப்புத்தட்டு மற்றும் கீறல்தட்டுமுறைகள் (The spread plate and streak plate)

பல நுண்ணுயிர் வகைகள் உள்ள ஒரு கலவையை அகாரின் மேற்பரப்பில் பரப்பும் போது, அதிலுள்ள ஒவ்வொரு செல்லும் ஒரு தனிக்காலனியாக (சாதாரணக் கண்களுக்கு தெரியும் ஒரு நுண்ணுயிர்த் தொகுப்பு (அ) வளர்ச்சித்

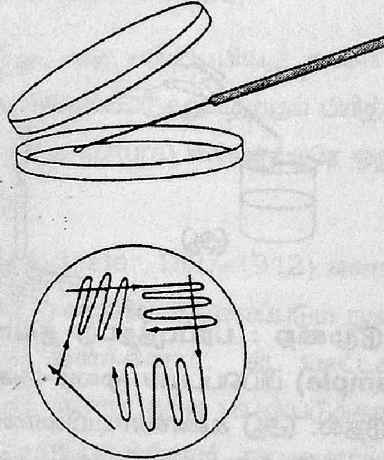


படம் 5.1 பரப்புத்தட்டுமுறை : பரப்புத்தட்டு தயாரித்தல். அ) ஒரு சிறிய மாதிரி (Sample) பிப்பெட்டின் மூலம் அகார் ஊடகத்தட்டின் நடுவில் ஊற்றப்படுதல். (ஆ) கண்ணாடியிலான பரப்பியை எத்தனாலில் நனைத்தல். (இ) சிறிது காலத்திற்கு எத்தனால் நனைக்கப்பட்டப் பரப்பியை ஒரு தீச்சுடரின் மேல் வைத்துப் பிறகு அதைக் குளிரவிடுதல். (ஈ) இவ்வாறு கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்டப் பரப்பியை உபயோகித்து அகாரின் மேல் சமமாகப் பரப்ப வேண்டும். பிறகு அதை அடைகாத்தல் வேண்டும்.

தொகுதிக்குக் காலனி என்று பெயர்) வளர்கிறது. அவ்வாறு வளரும் ஒவ்வொரு காலனியும் ஒரு தூய வளர்ப்பைச் சுட்டுகின்றன.

பரப்புத்தட்டுமுறை (spread plate) என்பது மேற்கண்ட விளைவை ஏற்படுத்துவதற்கான ஒரு எளிய மற்றும் நேரடியான வழியாகும் (படம் 5.1). இம்முறையில் நீர்க்கப்பட்ட நுண்ணுயிர் கலவையின் மிகச்சிறிய அளவு (30 முதல் 300 வரை செல்கள் உள்ள) ஒரு அகார்த்தட்டில் நடுப்பகுதியில் வைக்கப்படுகிறது. அதன்பின் ஒரு L - வடிவ கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்ட கண்ணாடிக் குச்சியால் அந்தத் திரவத்துளி பரப்பப்படுகிறது. இதனால் அகார் பரப்பில் செல்கள் தனித்தனியாகப் பரப்பப்பட்டு ஒவ்வொன்றும் ஒரு தனிக்காலனியாக வளர்ச்சியடைகின்றன. இவ்வாறு உண்டாகும் காலனிகளின் எண்ணிக்கை கலவை மாதிரியில் (Sample of the mixture) உள்ள நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருக்கும். எனவே இப்பரப்புத் தட்டுமுறையை நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடப் பயன்படுத்தலாம்.

தூய காலனிகளை மற்றொருமுறையான கீறல்தட்டு முறையிலும் (Streak plate) பெறலாம் (படம் 5.2). இம்முறையில் நுண்ணுயிர்க்கலவை ஒரு உயிர்உட்கலப்பு வளையம் (inoculating loop) அல்லது ஒத்துப்பஞ்சு (swab) மூலம் அகார்த்தட்டின் ஒருமுனையில் வைக்கப்பட்டு கீறல்முறையில் பல அமைப்பு வகைகளில் (படத்தில் உள்ளபடி) அகார்தட்டின் மேல் பரப்பப்படுகிறது. அப்போது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், உட்கலப்பு வளையம் அகாரின் மேற்பரப்பில்

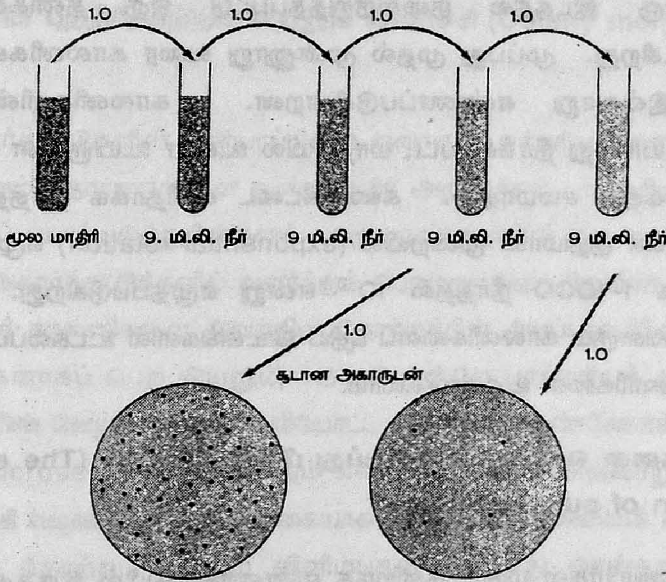


படம் 5.2 கீரல் தட்டுமுறை: கீரல் தட்டு தயாரித்தல். மேலுள்ள படம் ஒரு பெட்ரித்தட்டிலுள்ள அகாரில் ஒரு உட்கலப்பு செய்யும் வளையத்தால் கீரப்படுவதைக் காட்டுகிறது. பொதுவான கீரல் அமைப்பு முறை கீழுள்ள படத்தில் காட்டப்படுகிறது.

தேய்க்கப்படும் பொழுது தனிப்பட்ட செல்கள் அதிலிருந்து விழுந்து தனிக்காலனிகளாக வளர்கின்றன. இந்தப் பரப்புத்தட்டு மற்றும் கீறல்தட்டு என்ற இருமுறைகளிலும், பிரித்தெடுத்தல் வெற்றிகரமாக அமைதல் என்பது செல்கள் தனித்தனியாகப் பிரிவதையே சார்ந்துள்ளது.

ஊற்றுத்தட்டுமுறை (The pour plate) (படம் 5.3):

பாக்டீரியா மற்றும் பூஞ்சைகளின் ஆய்வில் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படும் இந்த ஊற்றுத்தட்டுமுறை பிரித்தெடுக்கப்பட்ட காலனிகளை விளைவிக்கிறது. புகழ்பெற்ற பாக்டீரிய அறிவியலாளர் ராபர்ட்கோச் உருவாக்கிய இம்முறை காலனிகளைத் தனித்தனியே பிரிப்பதற்கு உதவுவதோடல்லாமல் பால், சிறுநீர், ஊட்டச்சத்து வளரிகள் போன்றவைகளிலுள்ள உயிருள்ள உயிரிகளின் எண்ணிக்கையைக் கண்டறிய உதவும் இம்முறையில் உயிருள்ள செல்கள் மட்டுமே எண்ணப்படுகின்றன. இம்முறையின் அடிப்படைத் தத்துவம் யாதெனின்



படம் 5.3 **ஊற்றுத்தட்டு முறை:** மூலமாதிரியானது பல முறை நீர்த்தல் செய்யப்பட்டு அதிலுள்ள நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கை தேவைப்படுமளவிற்கு குறைக்கப்படுகிறது. மிக அதிக அளவு நீர்த்தல் செய்யப்பட்ட மாதிரிகள் அதன் பின்னர் சூடான அகாருடன் கலக்கப்பட்டு பெட்ரித்தட்டுகளில் ஊற்றப்படுகிறது. பிரிக்கப்பட்ட செல்கள் காலனிகளாக வளர்கின்றன. அவற்றை தூய வளரிகளை உருவாக்க பயன்படுத்தலாம். மேல்பரப்பில் வளரும் காலனிகள் வட்டவடிவமாகவும், மேற்பரப்பினடியில் வளரும் காலனிகள் வில்லையுருவிலுமிருக்கும்.

பாக்டீரியாவைக் கொண்ட பொருட்களை வளர்க்கும்போது உயிருள்ள ஒவ்வொரு பாக்டீரியாவும் ஊட்டச்சத்து அகார் ஊடகத்தில் ஒரு உயிருள்ள காலனியை உருவாக்கும். ஆகவே காலனிகளின் எண்ணிக்கை மாதிரிகளில் உள்ள உயிரிகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும். இம்முறையில் ஒரு சிறிய அளக்கப்பட்ட கொள்ளளவை (அல்லது எடையை) அதிக கொள்ளளவு நுண்ணுயிரி நீக்கம் செய்யப்பட்ட நீருடன் (அல்லது 0.85% சோடியம் குளோரைடு) (இது நீர்ப்பான் என அழைக்கப்படும்) சேர்க்கப்படுகிறது. நீர்த்தல் பொதுவாக பத்தின் மடங்கில் (decimal dilution) செய்யப்படும். தெரிந்த கொள்ளளவு நீர்த்தல் இரண்டாவது நீர்த்தலுக்கு மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு தொடர்ந்து செய்யப்பட்டு ஒவ்வொரு நீர்த்தலிலும் மாதிரி எடுக்கப்பட்டு அகார்க் கரைசலில் கலக்கப்பட்டுப் பிறகு சுமார் 45^0C க்கு குளிர்விக்கப்படுகிறது. அதன்பின் அந்தக் கலவைகள் உடனே நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்பட்ட வளர்ப்புத் தட்டுக்களில் ஊற்றப்படுகின்றன. அதன்பின் அகார் கடினப்படும் பொழுது, ஒவ்வொரு செல்லும் ஒரு இடத்தில் நிலைநிறுத்தப்பட்டு ஒரு தனிக்காலனியாக வளர்ச்சியடைகிறது. முப்பது முதல் முன்னூறு வரை காலனிகள் கொண்ட தட்டுக்கள் இவ்வாறு எண்ணப்படுகின்றன. காலனிகளின் மொத்த எண்ணிக்கையானது நீர்க்கப்பட்ட மாதிரியில் உள்ள உயிருள்ள செல்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும். கணக்கீட்டை எளிதாக்க நீர்த்தல் அளவு, விசைக்குறி எண் குறிமான முறையில் (exponential rotation) எழுதப்படுகிறது. உதாரணமாக 1-1000 நீர்த்தல் 10^{-3} என்று எழுதப்படுகிறது. இவ்வாறு மேற்பரப்பில் வளரும் காலனிகளைப் புதிய ஊடகங்களில் உட்கலப்பு செய்வதன் மூலம் தூய வளரிகளை உருவாக்கலாம்.

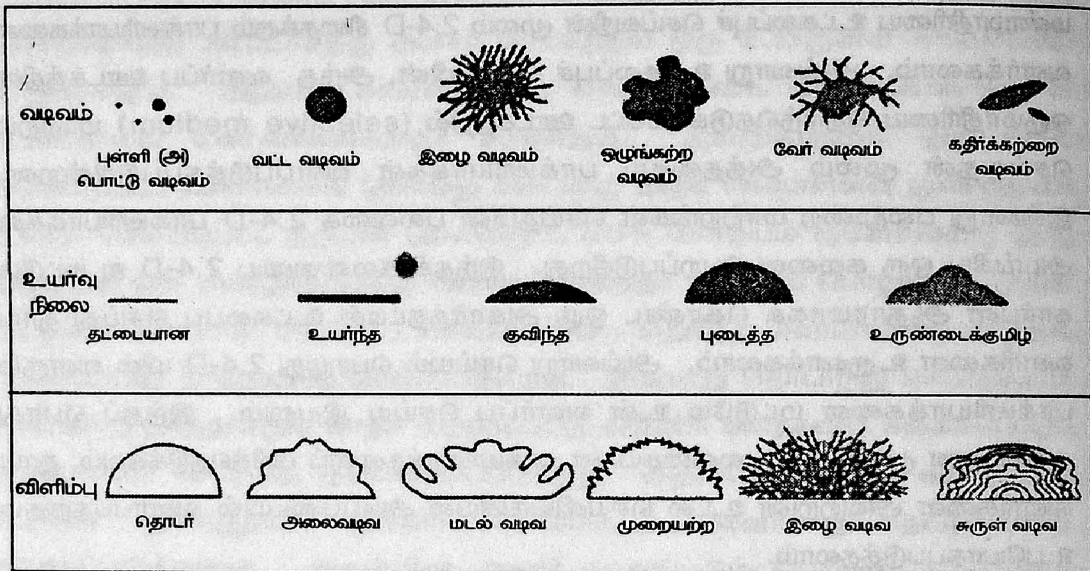
தூய வளரிகளை செறிவூட்டம் செய்து பிரித்தெடுத்தல் (The enrichment and isolation of pure cultures)

நுண்ணுயிர்கள் மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கையில் இருக்கும் பொழுது அவற்றைப் பிரித்தெடுத்து தூய வளரிகளை உருவாக்குவதென்பது ஒரு மிகப்பெரிய சவாலாகும். அப்போது தட்டுமுறைகளை (plating methods) தெரிந்தெடுப்பு அல்லது வேறுபடுத்து ஊடகங்கள் (selective or differential media) மூலம் செறிவூட்டம் செய்து அத்தகைய அரிய நுண்ணுயிர்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக 2,4 டைக்ளோரோபீனோல் (2, 4-D) என்ற களைக்கொல்லியைச் சிதைக்கும் ஒருவகை பாக்டீரியாவை இம்முறையில் பிரித்தெடுக்கலாம். இவ்வகை பாக்டீரியாக்களை 2,4-D யை மட்டும் கார்பன், ஆதாரமாகவும் மற்ற நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், சல்பர், மாற்றும் நுண்ணூட்டச்சத்துக்களைக் கொண்ட ஒரு திரவ ஊடகத்தில் வளர்ப்பதின் மூலம் பெறலாம். அத்தகைய ஒரு ஊடகத்தில்

மண்மாதிரியை உட்கலப்புச் செய்வதின் மூலம் 2,4-D சிதைக்கும் பாக்டீரியாக்களை வளர்க்கலாம். அவ்வாறு உட்கலப்புச் செய்தபின், அந்த வளர்ப்பு ஊடகத்தின் ஒருமாதிரியை தெரிந்தெடுக்கப்பட்ட ஊடகத்தில் (selective medium) மாற்றம் செய்வதன் மூலம் அத்தகைய பாக்டீரியாக்கள் வளப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு பலமுறை மாற்றங்கள் செய்தபின் பலவகை 2,4-D பாக்டீரியாக்கள் அடங்கிய ஒரு கலவை பெறப்படுகிறது. இந்தக் கலவையை 2,4-D ஐ மட்டும் கார்பன் ஆதாரமாகக் கொண்ட ஒரு அகார்த்தட்டில் உட்கலப்பு செய்து தூய வளரிகளை உருவாக்கலாம். அவ்வாறு செய்யும் பொழுது 2,4-D யில் வளரும் பாக்டீரியாக்களை மட்டுமே உள் வளர்ப்பு செய்ய இயலும். இந்தப் பொது வகையான முறையை பலவகையான பாக்டீரியாக்களைப் பிரித்தெடுக்கவும், தூய வளரிகளை அவற்றின் உடல் செயலியங்கியல் அடிப்படையில் வளர்ப்பதற்கும் உபயோகப்படுத்தலாம்.

காலனிகளின் புறத்தோற்றம் மற்றும் வளர்ச்சி (Colony morphology and growth)

அகார்த்தட்டுகளின் மேற்பரப்பில் உருவாகும் பாக்டீரியாக்களின் தனிப்பட்ட அளவு மற்றும் தோற்றங்களை நுண்ணுயிர் அறிஞர்கள் பாக்டீரிய வகைகளை அறிவதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஒரு நுண்ணுயிர்க் கலவையை சரியான முறையில் அகார்த்தட்டுக்களில் வளர்க்கும் பொழுது அவற்றிலுள்ள தேவைப்படும் நுண்ணுயிர்க் காலனிகளை அவற்றின் தோற்றத்தின் அடிப்படையில் கண்டறிந்து தூய வளரிகளாகப் பெற இயலும். அதுபோன்றே பாக்டீரியக் காலனிகளின் தோற்றங்களின் வேறுபாடுகளை வரியோட்ட மின்துகள் நுண்ணோக்கி (scanning electron microscope) மூலமாகவும் கண்டறியலாம். அவ்வாறு பெறப்படும் நுண்ணோக்கி வடிவங்களும், பலவகையாக இருக்கும். பாக்டீரியக் காலனிகளின் பொதுவான தோற்றம் மற்றும் விளிம்புகள் அல்லது ஓரங்களின் வடிவம் ஆகியவற்றை அவற்றின் மேற்பரப்பிலிருந்து கீழாக நோக்குவதன் மூலம் அறுதி செய்யலாம். காலனியின் ஏற்றநிலையைக் (elevation) கண்ணுக்கு நேராகத் தட்டை வைத்து பார்த்து முடிவு செய்யலாம் (படம் 5.4). படம் 5.4-லிருந்து அகார் போன்ற திடப்பொருட்களின் மேற்பரப்பில் வளரும் பாக்டீரியாக்கள் பல சிக்கலான மற்றும் விளக்க இயலாத வடிவங்களில் காலனிகளை உருவாக்கக் கூடும் எனத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்த வடிவ வகைகள் ஊட்டச்சத்துக்கிடைக்கப் பெறுதல் மற்றும் அகார் பரப்பின் கடினத்தன்மைக்கேற்ப வேறுபடும். இதுபோன்று எவ்வாறு பல்வகை வடிவங்கள் ஏற்படுகின்றன என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஊட்டச்சத்து விரவல் மற்றும் கிடைக்கப் பெறுதல், பாக்டீரிய வேதியசார்ப்பியக்கம்



படம் 5.4 பாக்டீரியாக்காலனிகளின் புறத்தோற்றம்

(Chemotaxis) மற்றும் மேற்ப்பரப்பில் நீர்ப்பொருள் இருத்தல் போன்றவை இத்தகைய பல்வகை வடிவமைப்புகள் உருவாதலில் பங்காற்றக்கூடும். செல்களுக்கிடையேயான தொடர்புகள் மற்றும் குறைவெண் உணர்வு (quorum sensing) போன்றவை இதில் முக்கியமானவை என்பது நிச்சயமாகத் தெரிகிறது.

இயற்கைச் சூழலில் உயிர்ப்படலங்களின் (biofilms) மேல்பரப்பில் பல நுண்ணுயிர்கள் வளர்கின்றன. சிலநேரங்களில் அவை தனித்தன்மை வாய்ந்த காலனிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. எனவே காலனி வளர்ச்சி பற்றி அறிதல் இன்றியமையாததாகும். பொதுவாக காலனியில் விளிம்புப் பகுதிகளில் வளர்ச்சி அதிகமாக இருக்கும். காலனியின் மத்தியில் வளர்ச்சி மெதுவாக இருக்கும். மேலும் காலனிகளின் மத்தியில் வயதான செல்கள் இருக்கும் பகுதியில் செல் தானே சிதைதல் நடைபெறும். இத்தகைய வளர்ச்சி வேறுபாடுகள் காலனியில் உள்ள ஆக்ஸிஜன், ஊட்டச்சத்துக்கள் மற்றும் நச்சுப்பொருட்களின் அளவின் சரிவாட்டத்திற்கேற்ப நிகழ்கின்றன. காலனியின் வரம்புகளில் ஆக்ஸிஜன் மற்றும் ஊட்டச்சத்துக்கள் அதிக அளவில் இருக்கும். மேலும் காலனியின் ஒரு பகுதி மொத்தமாகவும் இருக்கும். அதனால் ஆக்ஸிஜன் மற்றும் சத்துப்பொருட்கள் காலனியின் நடுப்பகுதிக்கு விரவ இயலாது. அது போன்றே நச்சுப் பொருட்களையும் சீக்கிரம் வெளிச் செலுத்த இயலாது. எனவே காலனியின் நடுப்பகுதியில் வளர்ச்சி குறைவாகவோ அல்லது முற்றிலும் இல்லாமலோ இருக்கும். காலனியில் ஏற்படும் இத்தகையச் சூழல் வேறுபாடுகளின் காரணமாக விளிம்பில் செல்கள் பெருமளவிலிருக்கும். அதே சமயம், நடுப்பகுதியிலுள்ள செல்கள் இறந்து கொண்டிருக்கும்.

தூய வளரிகளைப் பராமரித்தல் (Maintenance of pure culture)

எதிர்காலப் பயன்பாட்டுக்காக தூய வளரிகளைப் பாதுகாத்தல் அவசியம். அறியப்பட்ட (identified) நுண்ணுயிர்களின் தனித்தொகுப்புக்களை உரிய முறையில் பாதுகாத்து வைக்க வேண்டியது அவசியம். இவை வேறு நுண்ணுயிர்களின் பண்புகளை சோதித்தறியவோ அல்லது புதியனவற்றின் பண்புகளை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவோ தேவைப்படுகின்றன. ஆகையால், உலகில் பல பரிசோதனைச் சாலைகள் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நுண்ணுயிர்களின் தூய்மையான தொகுப்புகளைப் பாதுகாத்து வைப்பதற்காகவே உள்ளன. இவற்றில், அமெரிக்க மாதிரித் தொகுப்பு சேமிப்பு நிலையம் (American Type Culture Collection), பிரான்சிலுள்ள பாஸ்டர் நிலையம் (Pasteur Institute), லண்டனிலுள்ள தேசிய மாதிரித்தொகுப்புச் சேமிப்பு நிலையம் (National Collection of Type Culture) முதலியன முக்கியமானவையாகும். உலகெங்கிலுமுள்ள நுண்ணுயிர் அறிஞர்களுக்குத் தேவையான குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிர்த் தொகுப்புக்களை இந்நிலையங்கள் தந்துதவுகின்றன. புதிய நுண்ணுயிர் இனங்களைக் கண்டுபிடிக்கும் விஞ்ஞானிகள் அதன் மாதிரித் தொகுப்பை இந்நிலையங்களுக்கு அனுப்பிச் சேமித்து வைக்கின்றனர்.

தூய வளரித்தொகுப்புகளை ஒரே வளர்ச்சிக் கலவையில் பன்னெடுங்காலம் வைத்திருக்க இயலாது. கலவையில் சத்துப்பொருள் குறைவதால் அவை இறந்துவிடக்கூடும். ஆகையால் இவற்றைப் பாதுகாக்க பல பராமரிப்பு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. மேலும் உண்மையான, உயிருள்ள, தூய்மைகெடாத நிலையில் இருப்பு வளரிகளாக (stock cultures) அவை பராமரிக்கப்பட வேண்டும். பொதுவாக அகார் சரிவுகள் (Agar glants) மற்றும் அகார் குத்துக்கள் (Agar stabs) மூலம் இருப்பு வளரிகளைப் பராமரிக்கலாம். பொதுவாக தூய வளரிகளைப் பாதுகாத்தலில் அல்லது பராமரித்தலில் இருமுறைகள் உள்ளன.

1. குறுகிய கால பராமரிப்பு முறை : தொடர்ச்சியான வளர்சிதை மாற்றம் நடைபெறும் நிலையில் உயிரிகளைப் பராமரித்தல் (அ) பாதுகாத்தல்.

2. நீண்டகால பராமரிப்பு முறை : வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்வுகளைக் குறைத்து அல்லது நிறுத்தி உயிரிகளைப் பாதுகாத்தல் (அ) பராமரித்தல்

I. குறுகிய காலப் பராமரிப்பு முறைகள் :

(அ) புதிய கலவைக்கு (அ) ஊடகத்திற்கு மாற்றுதல் :

நுண்ணுயிர்த் தொகுப்புக்களை குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் (periodical) புதிய ஊடகத்திற்கு மாற்றிப் பாதுகாப்பது ஒருமுறையாகும்.

எடுத்துக்காட்டாக ஈ.கோலை வளரியை மாதத்திற்கு ஒருமுறை பழைய அகார் சரிவுகளிலிருந்து புதிய அகார் சரிவுகளுக்கு மாற்ற வேண்டும். பின் குளிர்சாதன அறையில் வைத்துப் பாதுகாக்க வேண்டும். இவ்வாறு அடுத்தடுத்து வளரிகளைப் புதிய ஊடகங்களுக்கு மாற்றிப் பராமரிப்பதால் அவற்றின் செயல்திறனைப் பாதுகாக்க முடிகிறது.

ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையில் (அ) ஊடகத்தில் ஒரு நுண்ணுயிர்த் தொகுப்பு உயிருடன் இருக்கும் கால இடைவெளி இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சத்துப் பொருட்கலவையில் பாஸில்லஸ் (*Bacillus*) இனத்தைச் சுமார் 12 மாதங்களுக்கும், சில சமயங்களில் அதற்கு மேலும் வைத்திருக்கலாம். ஆனால் ஸுடோமோனாஸ் இனங்களை (*Pseudomonas* spp.) சுமார் 3 மாதங்களுக்கு மட்டுமே வைத்திருக்க இயலும். இக்கால இடைவெளிக்குப் பிறகு இவற்றைப் புதிய கலவைகள் (அ) ஊடகங்களுக்கு மாற்றுதல் அவசியம். இவ்வாறு நுண்ணுயிர் இனத்திற்குத் தக்கவாறு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குப் பிறகு தகுந்த புதிய கலவையில் அவற்றை மாற்றி விதைப்பதினால் நீண்டகாலத்திற்கு அவற்றைப் பராமரிக்கலாம்.

(ஆ) கனிம எண்ணெயில் (mineral oils) மூழ்குவித்துப் பாதுகாத்தல் :

நுண்ணுயிர்த் தொகுப்பைக் கனிம எண்ணெயில் மூழ்கடித்துப் பராமரித்தல் மற்றொருமுறையாகும். அகார்ச் சரிவுகளில் (சாய்மங்களில்) வளரச் செய்த நுண்ணுயிர் தொகுப்பை, இச்சாய்வு கலவைக்குமேல் சுமார் 1,2 அங்குலம் இருக்குமாறு கனிம எண்ணெயை ஊற்றிப் பராமரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் பாதுகாக்கப்பட்ட சில பாக்டீரியாக்கள் சுமார் 15 முதல் 20 வருடங்கள் வரை உயிருடன் இருக்கின்றன. மேலும் தேவைப்பட்ட போது விதைக்கும் ஊசி மூலம் இத்தொகுப்பிலிருந்து சிறிதளவை எடுத்துப் புதிய கலவையில் விதைத்துக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு எடுப்பதினால் அத்தொகுப்பின் தூய்மை கெடுவதில்லை.

II. நீண்டகாலப் பராமரிப்பு முறைகள் :

(அ) நீரகற்றி உலரவைத்துப் பாதுகாத்தல் (அ) லையோபிலைசேஷன் முறை :

இம்முறையில் நுண்ணுயிர்த் தொகுப்பானது திடீரென நீரகற்றப்பட்டு (dehydrated) உறையவைக்கப்படுகிறது. நுண்ணுயிர்த் தொகுப்பு சிறுகுப்பிகளில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு நைட்ரஜன் திரவமுள்ள உலர் ஐஸ்பெட்டியில் மூழ்கவைத்து -78°C ல் உறைய வைக்கப்படுகிறது. இக்குப்பிகள் காற்றற்ற இடத்தில் நீரகற்றப்பட்டு, உலரவைக்கப்பட்டுப் பின்னர் குறைந்த வெப்பநிலையில் (4°C)

குளிர்சாதனத்தில் வைத்துப் பராமரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் நுண்ணுயிர்களை 20 முதல் 30 வருடங்கள் வரைப் பாதுகாக்கலாம். இம்முறையின் மூலம் நூற்றுக்கணக்கான நுண்ணுயிர் வகைகளை தூய்மைகெடாமல், பல வருடங்கள் சிறிய இடத்தில் சேமித்து வைக்கவும், தொலைதூரங்களுக்கு அனுப்பி வைக்கவும் இயலும். பெரிய நுண்ணுயிர்ப் பரிசோதனைச் சாலைகளில் இம்முறையே பெரிதும் கையாளப்படுகிறது.

(ஆ) திரவ நைட்ரஜன் முறை :

கிளிசரால், திரவ நைட்ரஜன் (டைமீதைல் சல்பாக்ஸைடு) ஆகிய பாதுகாப்புக் காரணிகளில் - 196°C ல் வளரிகள் உறைய வைக்கப்பட்டு பாதுகாக்கப்படுகின்றன. லையோபிலைசேஷன் முறையில் பாதுகாக்க இயலாத சிலவளரிகளை இம்முறையில் பராமரிக்கலாம். ஆனால் இம்முறைக்கு செலவு அதிகம் பிடிக்கும்.

(இ) சிலிக்கா ஜெல் முறை :

இம்முறையின் அடிப்படைத் தத்துவமானது, குறைந்த வெப்பநிலையில் குறைந்த அளவு நேரத்தில் உலர்த்துதல் காரணமாகச் செல்களை நீண்ட காலத்திற்குப் பாதுகாக்க முடியும் என்பதாகும். நன்கு தூளாக்கப்பட்டு, தூய்மை செய்த பின், குளிர்விக்கப்பட்ட சிலிக்காவை, செல்தொகுப்புடன் சேர்த்துக் கலவையாக்கி குறைந்த வெப்பநிலையில் பராமரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு சிலிக்கா ஜெல் துகள்களில் பாக்டீரியா, ஈஸ்ட் ஆகியவற்றின் வளரிகளைக் குறைந்த வெப்பநிலையில் இரண்டு வருடங்கள் வரைப் பாதுகாக்கலாம்.

(ஈ) சொரிடெல்லி முறை (Soredelli's method) :

இம்முறையில் பாஸ்பரஸ் பென்டாக்ஸைடு, குதிரையின் சீரம் போன்றவற்றை உபயோகித்து நுண்ணுயிர் வளர்ப்புக் கலவைகள் பராமரிக்கப்படுகின்றன. சிறிய ஆய்வகங்கள் மற்றும் குறைந்த எண்ணிக்கை மாதிரிகளுக்கு இம்முறை ஏற்றது.

தூய வளரித்தொகுப்புகளின் பண்புகள் :

பொதுவாக வளரித் தொகுப்புகளில் கீழ்க்கண்ட வளர்ச்சித் தன்மைகள் ஆராயப்படுகின்றன.

1. பருமன் (Size) : தொகுப்புகளின் பருமன், குண்டூசி முனை அளவிலிருந்து

சுமார் 5லிருந்து 10மிமீ விட்டமுள்ள தொகுப்புகள் வரை, மாறுபடுகின்றது. சூடோமோனாஸ், புரோட்டியஸ் போன்ற பாக்டீரிய இனங்கள் அகார்க் கலவையின் பரப்பு முழுவதும் வளரும் தன்மையுடையன.

2. விளிம்பு (Margin) : தொகுப்புகளின் விளிம்பு பலவாறாகக் காணப்படும். ஒழுங்கான வட்ட விளிம்பாகவோ, வளைவுகளுள்ள விளிம்பாகவோ, வேர்களைப் போன்றப் பிதுக்கங்கள் (projections) உள்ளவையாகவோ காணப்படலாம்.

3. உயர்வு (Elevation) : சில தொகுப்புகள் மட்டமாகவும் (flat) சில உயர்ந்தும் (raised) காணப்படும். உயர்ந்து காணப்படுவனவற்றின் புறப்பரப்பு பலவாறாக இருப்பதும் உண்டு.

4. நிறமிகள் அல்லது வண்ணமுடைமை (Pigmentation or Chromogenesis) :

தொகுப்புகள் நிறமுடையவையாகவோ, நிறமற்றவையாகவோ காணப்படும். சிவப்பு, மஞ்சள், நீலம், பச்சை போன்ற பல வண்ணங்களில் காணப்படும். சில தொகுப்புகள் இந்நிறமிகளைச் செல்லிற்கு வெளியே சுரப்பதனால் வளர்ச்சிக் கலவையும் இவ்வண்ணங்களேற்றுக் காணப்படுவதுண்டு.

5. ஒளி ஊடுவிடும் தன்மை (optical property) :

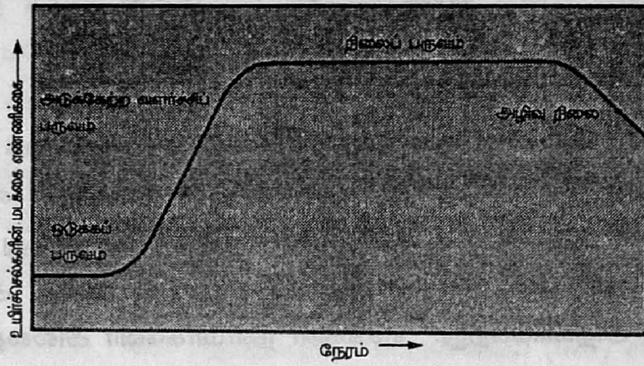
தொகுப்புகள் ஒளி ஊடுவிடாத (opaque) தன்மையுடையனவாகவோ, ஒளி ஊடுவிடும் (translucent) தன்மையானதாகவோ காணப்படும்.

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி
(MICROBIAL GROWTH)

வளர்ச்சி (Growth) என்பதை செல்லின் எண்ணிக்கை அல்லது அதன் ஆக்கக்கூறுகள் (constituents) ஆகியவை அதிகரித்தல் என்று கூறலாம். நுண்ணுயிர்கள் இரட்டைப் பிளவு (binary fission) அல்லது மொட்டுவிடுதல் (budding) முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் போது அவற்றின் செல் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. செல்கள் நீளமாகவோ அல்லது பெரிதாகவோ மாறும்பொழுதும் வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. நுண்ணுயிர்கள் பொதுக்குடமம் (coenocyte) வகையைச் சார்ந்தவையாக அதாவது பல உட்கருக்களுடைய உயிரினமாக இருக்கும் போது, உட்கருப்பிரிவுடன் செல்பிரிதலும் நடைபெறாமல் போவதால், அவற்றில் வளர்ச்சி என்பது செல்லின் அளவு (அ) பருமன் அதிகரித்தலே, மாறாக செல்லின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதில்லை. சாதாரணமாக, ஒரு நுண்ணுயிர்ச்செல்லின் வளர்ச்சியையோ, எண்ணிக்கை அதிகரிப்பையோ, இனப்பெருக்க விகிதத்தையோ ஆய்வது என்பது அவை மிகநுண்ணிய அளவின் காரணமாக இசைவான ஒன்று அல்ல. எனவே, நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியை ஆராயும் போது நுண்ணுயிர் அறிஞர்கள் பொதுவாக நுண்ணுயிர்களின் மொத்த எண்ணிக்கை (total population number) மாற்றத்தையே கணக்கிலெடுத்துக் கொள்கின்றனர்.

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி வரைகோடு (Growth curre)

நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பு (population growth) அவற்றின் வளர்ச்சி வரைகோட்டை ஆய்வதின் மூலம் அளவிடப்படுகிறது. நுண்ணுயிர்கள் திரவ ஊடகத்தினுள் தொகுப்பு வளர்ப்பாக (Batch culture) - அதாவது மூடப்பட்ட வளர்ப்பு ஊடகக் கலனில் ஒரே தொகுப்பாக வளர்க்கப்படும் போது - புதிய ஊடகங்கள் இடையில் தரப்படாததால், வளர்ச்சியின் போது சத்துப்பொருட்களின் அளவு குறைகிறது. மேலும் கழிவுப் பொருட்களின் அளவு அதிகரிக்கிறது. இரட்டைப்பிளவு முறையில் நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும் போது, அந்த வளர்ச்சியை உயிருள்ள செல்களின் எண்ணிக்கையை பத்தின் மடக்கையில் (logarithm of number of viable cells) எடுத்துக் கொண்டு அதற்கும் அடைகாக்கும் காலத்திற்கும் (incubation time) உள்ள தொடர்பை ஒரு வரைபடம் மூலம் காண்பித்தால் அதற்கு வளர்ச்சி வரைகோடு என்று பெயர். (படம் 5.5) அதில் கீழ்க்கண்ட நான்கு நிலைகள் அல்லது பருவங்கள் உண்டு.



படம் 5.5 ஒரு மூடிய வளர்ப்பு முறையில் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி வரைபடம்

1. ஒடுக்கப்பருவம் (அ) தயாரிப்பு நிலை (lag phase)
2. அடுக்கேற்ற வளர்ச்சிப் பருவம் (exponential phase)
3. நிலைப்பருவம் (அ) மாறா நிலை (stationary phase)
4. இறக்கப்பருவம் (அ) அழிவு நிலை (Death phase or Decline phase)

1. ஒடுக்கப்பருவவம் (அ) தயாரிப்பு நிலை (Lag phase)

நுண்ணுயிர்களை புதிய வளர்ப்பு ஊடகத்தினுள் செலுத்தியவுடன், உடனடியாக அவற்றின் எண்ணிக்கையில் எந்தவித மாற்றமும் சிறிதுகாலத்திற்கு இருக்காது; அந்தக் காலநிலைக்கு ஒடுக்கப்பருவம் அல்லது தயாரிப்புநிலை என்று பெயர். இந்தச் சமயத்தில் செல்பிரிதல் நடைபெறுவதில்லை. மேலும் செல்திரளின் (mass) அளவிலும் எந்தவித நிகர அதிகரிப்பும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் செல்லின்ஆக்கப்பொருட்கள் உற்பத்தி நடைபெறுகிறது. இத்தகைய ஒரு ஒடுங்கு பருவம் செல் பிரிதலுக்குமுன் பலகாரணங்களுக்காகத் தேவைப்படுகிறது. செல்கள் முதுமையானவையாகவும், ஏ.டீ.பி, முக்கிய துணைக்காரணிகள் மற்றும் ரிபோசோம்கள் போன்றவை குறைந்த அளவில் கொண்டும் இருக்கக்கூடும்; அவற்றை செல்பிரிதலுக்கு முன் உற்பத்தி செய்ய வேண்டும். மேலும் புதிய வளர்ப்பு ஊடகம் முன்னதாக அந்த நுண்ணுயிர்கள் வளர்க்கப்பட்ட ஊடகத்திலிருந்து வேறுபட்டதாகயிருப்பின், வேறுபட்ட ஊட்டச்சத்துக்களை உபயோகிக்க புதிய என்ஸைம்கள் (நொதிகள்) தேவைப்படலாம். நுண்ணுயிர்கள் சில சமயம் காயம்பட்டிருப்பின் அவை சீராவதற்கு சிலகாலம் தேவை. மேற்குறிப்பிட்ட அல்லது எந்தவொரு காரணமானாலும் முடிவில் செல்கள் தங்களுக்குத் தேவையான கருவிகளை மீண்டும் பெற்று, அவற்றின் டி.என்.ஏ.வை படியாக்கம் செய்து, பருமனை அதிகரிக்கச் செய்து, இறுதியாகப் பிரிகிறது.

இந்த ஒடுங்குபருவ காலம் நுண்ணுயிர் வகை மற்றும் ஊடகத்தின் தன்மை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வேறுபடுகிறது. உட்கலப்பு (inoculum) ஒரு பழைய வளர்ப்பிலிருந்தோ அல்லது குளிர்விக்கப்பட்டதிலிருந்து பெறப்பட்டிருந்தாலோ இக்காலம் மிக நீண்டதாக இருக்கும். அதுபோன்றே வேதியத்தன்மையில் மாறுபட்ட ஊடகத்தினுள் செலுத்தப்படும் போதும் இப்பருவம் நீண்டதாக இருக்கும். அதே சமயம், இளமையான, வேகமாக வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் வளரியிலிருந்து எடுக்கப்படும் மாதிரி புதிய மற்றும் அதே விதமான வேதிப்பொருட்கள் கொண்ட ஊடகத்தினுள் உட்கலப்பு செய்யும் போது இந்த ஒடுங்குபருவ காலம் மிகவும் குறைவாகவோ அல்லது இல்லாமலோ கூட இருக்கும்.

2) அடுக்கேற்ற வளர்ச்சி பருவம் (Exponential phase)

அடுக்கேற்ற வளர்ச்சிப் பருவத்தில் நுண்ணுயிர்கள் அவற்றின் மிகப்பெரிய அளவு விகிதத்தில் பிரிவடைந்து வளர்ச்சியடையும். இவ்வளர்ச்சியின் அளவு நுண்ணுயிர்களின் மரபுசார் வளர்திறன் (genetic potential), ஊடகத்தின் தன்மை மற்றும் அவற்றின் வளர்சூழல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். இந்தப் பருவத்தில் வளர்ச்சி விகிதம் ஒரே அளவில் இருக்கும். அதாவது நுண்ணுயிர் செல்கள் பிரிந்து, இரட்டிப்பாதல் சமஇடைவெளியில் ஏற்படும். ஒவ்வொரு செல்லும் சிறிதளவு வெவ்வேறான வேகத்தில் பிரிவதால், இந்தப் பருவத்தில் வளர்ச்சிக்கோடு ஒரே சீராக தனித்தனி முகடுகளில் வளர்கிறது. இப்போது செல்தொகுப்பு வேதிய மற்றும் உடல்செயலியல் அடிப்படையில் ஒரேமாதிரியாக இருப்பதால், அப்பருவத்திலுள்ள செல்கள் நுண்ணுயிர்களின் உயிர்வேதிய மற்றும் உடல்செயலியல் பண்புகளைப் பரிசோதிக்க உபயோகப்படுகின்றன.

அடுக்கேற்ற வளர்ச்சி என்பது ஒரு சமச்சீர் வளர்ச்சியாகும் (balanced growth) அதாவது, அனைத்து செல் உட்பொருட்களும் ஒரே விகிதத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. ஊட்டச்சத்துக்களின் அளவு அல்லது சூழல் காரணிகள் மாறும்போது சமச்சீரற்ற வளர்ச்சி (unbalanced growth) ஏற்படும். இத்தகைய வளர்ச்சியின் போது செல்லின் பகுப்பொருட்கள் (constituents) பலவிகிதங்களில் ஒரு சீரான நிலை ஏற்படும் வரை உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இவ்வகை விளைவுகள் நிலை ஏற்றிப் (shift-up) பரிசோதனைகளில் போது ஏற்படுகிறது. இந்தப் பரிசோதனைகளில் ஊட்டச்சத்து குறைந்த அளவிலுள்ள ஊடகங்களிலிருந்து ஊட்டச்சத்து அதிகமுள்ள ஊடகங்களுக்கு பாக்டீரியாக்களை இடமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. அப்போது அவ்வாறு இடமாற்றம் செய்யப்பட்ட செல்கள் முதலில் புது ரிபோசோம்களை உற்பத்தி செய்து அவற்றின் புரத உற்பத்தி செய்யும் திறனை அதிகரித்துக் கொள்கின்றன. அதன் பின்னர் புரத

மற்றும் டி.என்.ஏ. உற்பத்தி அதிகரிக்கிறது. இறுதியில், எதிர்பார்க்கப்பட்ட இனப்பெருக்க அளவு அதிகரிப்பு ஏற்படுகிறது.

ஒரே சீரற்ற வளர்ச்சி பாக்டீரியாக்களை நிறை-இறக்கம் (shift-down) செய்யும் போதும் ஏற்படுகிறது. அப்போது அவை பல செல் பொருட்களை ஊட்டச்சத்து செறிவுள்ள ஊடகங்களிலிருந்து எளிதில் நேரடியாகப் பெற்றுக் கொண்டிருந்த நிலையிலிருந்து, ஊட்டச்சத்து அளவு போதுமானதாகயில்லாத ஊடகத்திற்கு மாற்றம் செய்யப்படுகின்றன. அப்போது அவற்றிற்கு கிடைக்கப்பெறாத ஊட்டச்சத்துக்களைத் தாமே தயாரிக்கத் தேவையான நொதிகளைப் பெறுவதற்கு சிறிது காலம் தேவை. அதன் காரணமாக அவற்றில் நிலை-இறக்கத்தின் பின் செல்பிரிதல் மற்றும் டி.என்.ஏ. படியாக்கம் போன்றவை தொடர்ந்தாலும், புரத மற்றும் ஆர்.என்.ஏ. ஆகியவற்றின் நிகர உற்பத்தியளவு குறைவாக இருக்கும். அதனால் செல்களின் அளவு சிறியதாக இருக்கும். மேலும் அவை வளர்சிதை மாற்ற அடிப்படையில் மீண்டும் வளரும் சக்தியைப் பெறும்வரை ஒன்றையொன்று அறிந்து கொள்கின்றன. அதன்பின்னர், சீரான வளர்ச்சி மீண்டும் ஏற்பட்டு, வளர்ச்சி மீண்டும் அடுக்கேற்ற நிலையை அடைகின்றது.

மேற்கண்ட நிலை - ஏற்ற மற்றும் நிலை - இறக்கப் பரிசோதனைகள் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியானது துல்லியமான, ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட முறையில் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது என்பதையும், சூழல் மாற்றங்களுக்கு உடனடியாக எதிர்விளைவுகளை உருவாக்கும் தன்மையுடையது என்பதையும் விளக்குகின்றன.

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி ஒரு சத்துப்பொருளின் அளவு குறைவினால் வரையறை செய்யப்படும் போது, அவ்வாறு அவற்றின் வளர்ச்சியை வரையறுக்கும் சத்துப்பொருளின் ஆரம்பகால அளவின் அடிப்படையில் அவற்றின் நிகர வளர்ச்சி அல்லது உற்பத்தியளவு இருக்கும். இந்தப் பண்பானது, வைட்டமின்கள் மற்றும் பல வளர்ச்சிக் காரணிகளை நிர்ணயிக்க செய்யப்படும் நுண்ணுயிரியல் அளவீட்டுமுறைக்கு (Microbiological Assay) அடிப்படையாக அமைகிறது. நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி விகிதம் ஊட்டச்சத்து அடர்த்தியின் அளவிற்கேற்ப அதிகரிக்கிறது; ஆனால் அது நொதிவினைப்பொருளிடையேயான (enzyme - substrate) வினை போன்று, அதிவளைவு வரைகோடாக (hyperbole graph) இருக்கும். அத்தகைய வரைகோடுகளின் வடிவம் நுண்ணுயிர்களின் கடத்தும் புரதங்களின் ஊட்டச்சத்து எடுத்துக்கொள்ளும் விகிதத்தினடிப்படையில் அமையும். போதுமான அளவு அதிக ஊட்டச்சத்துள்ள நிலையில் நுண்ணுயிர்களின் கடத்தும் புரதங்கள் அனைத்தும் முழுவதுமாக உபயோகத்திலிருக்கும் நிலையில், ஊட்டச்சத்தின் அளவு அதிகரித்தாலும்,

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி விகிதம் அதனுடன் அதிகரிப்பதில்லை.

3) நிலைப்பருவம் (அ) மாறாநிலை (Stationary phase)

இறுதியில் வளர்ச்சி நின்று வளர்கோடு தட்டையாகிறது. இந்த நிலைப்பருவம் பாக்டீரியாக்களுக்கு அவற்றின் எண்ணிக்கை ஒரு மில்லிலிட்டருக்கு 10^9 என்ற அளவினையடையும் போது ஏற்படுகிறது. மற்ற நுண்ணுயிர் வகைகள் அந்த அளவினையடைவதில்லை. முதலுயிரிகள் (protozoans) மற்றும் ஆல்காக்கள் அதிக அளவாக சுமார் 10^6 செல்கள்/மி.லி. என்ற நிலையினை எட்டக்கூடும். எனினும், நுண்ணுயிர்களின் இறுதி எண்ணிக்கையானது, ஊட்டச்சத்துக்கள், மற்ற காரணிகளின் அளவு மற்றும் வளர்க்கப்படும் நுண்ணுயிர் வகை ஆகியவற்றைப் பொருத்தே அமையும். இந்த மாறாநிலைப் பருவத்தில் நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கை மாறாமலிருக்கும். இந்நிலை, செல்பிரிதல் அளவு செல்இறத்தல் அளவிற்குச் சமமாக இருந்தாலோ அல்லது செல்கள் பிரிதலை நிறுத்தி (வளர்சிதை மாற்றம் இயல்பான நிலையிலிருந்தாலும்) யிலிருந்தாலோ ஏற்படுகிறது.

நுண்ணுயிரித்தொகை (Microbial population) நிலைப் பருவத்தைப் பல காரணங்களால் அடைகின்றன. காற்றுவாழ் (aerobic) நுண்ணுயிர்களுக்கு ஆக்ஸிஜன் அளவும், பல காற்றில்லாநிலை விரும்பும் (anaerobic) நுண்ணுயிர்களுக்கும் நச்சுப்பொருளளவு அளவிற்கதிகமாகச் சேர்தலும், ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸீக்கு சர்க்கரையின் அளவு போன்ற பல காரணிகள் தனித்தனியாகவோ அல்லது ஒன்றிணைந்தோ செயல்படுவதும் நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சியில் இந்த நிலைப்பருவத்தையடையக் காரணமாகின்றன. மேலும் சில பாக்டீரியாக்கள் தொகுப்பு வளர்ப்பின் போது இந்த நிலைப்பருவத்தை பட்டினியால் அடைகின்றன. இது போன்றநிலை ஊட்டச்சத்துக்குறைவாகவுள்ள பல இயற்கைச்சூழல்களிலும் ஏற்படக்கூடும்.

4) இறக்கப் பருவம் (அ) அழிவு நிலை (Death phase)

சத்துப்பொருளின்மை, நச்சுப்பொருள் அதிகரிப்பு போன்ற ஊறுவிளைவிக்கும் சூழல் மாறுபாடுகள் உயிருள்ள செல்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. இது அழிவு நிலையின் தன்மையாகும். இவ்வாறு நுண்ணுயிர்களின் இறப்பு விகிதம், அடுக்கேற்ற வளர்ச்சிப்பருவத்தைப் போலவே மடக்கையில் (logarithmic) இருக்கும். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி ஒவ்வொரு மணியிலும் இறக்கும். பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்த்தொகைகள் இவ்வாறு மடக்கையிலிறந்தாலும், சில வகைகளில் எண்ணிக்கை மிக அதிக அளவு குறைக்கப்பட்ட நிலையில் இறப்புவிகிதம் குறையக்கூடும். இது குறிப்பிட்ட

தகவமைப்புப் பெற்ற செல்களின் நீண்ட நேரம் உயிர்வாழும் தன்மையால் ஏற்படக்கூடும். இதுபோன்ற பல காரணங்களினால் இந்த இறப்புக்கோடு பல நேரங்களில் சிக்கலான வடிவமைப்பைப் பெற்றிருக்கக் கூடும்.

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சிக் கணிதம் (The mathematics of microbial growth)

நுண்ணுயிர்களின் அடுக்கேற்ற வளர்ச்சிப் பருவ வளர்ச்சியின் போது ஏற்படும் வளர்ச்சி விகிதம் பற்றிய அறிவானது, நுண்ணுயிர் அறிவியலாளருக்கு இன்றியமையாத ஒன்றாகும். வளர்ச்சி விகிதம் பற்றிய ஆய்வுகள் நுண்ணுயிர் பற்றிய அடிப்படையான உடல்செயலியல் மற்றும் சூழலியல் பற்றி அறிந்து அவற்றைத் தொழிலகம் சார்ந்த பல பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வுகாண உதவும். எனவே அடுக்கேற்ற வளர்ச்சிப் பருவத்தின் தன்மையை அளவிடுதல் பற்றி காண்போம்.

அடுக்கேற்ற வளர்ச்சிப் பருவத்தில் நுண்ணுயிர்கள் ஒரே விகிதத்தில் அதாவது ஒரே இடைவெளியில் பிரிகின்றன. எனவே அவற்றின் எண்ணிக்கையானது ஒரு குறிப்பிட்ட நேரஅளவில் இரட்டிப்பாகும். இந்த நேரஅளவிற்கு பிறப்பாக்க நேரம் (generation time) அல்லது இரட்டிப்பாகும் நேரம் (doubling time) என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வளர்ச்சிக்குடுவையில் 20 நிமிடத்திற்கொருமுறைப் பிரியும் ஒரு செல்லை உட்செலுத்தினால், 20 நிமிடத்திற்குப் பிறகு அதில் 2 செல்லும், 40 நிமிடத்திற்குப் பிறகு 4 செல்களும், அதுபோன்று தொடர்ந்து பெருகும் நுண்ணுயிர்த்தொகை ஒவ்வொரு தலைமுறையிலும் இரட்டிப்பாதலால் எண்ணிக்கை வளர்ச்சி என்பது 2^n என்ற அளவிலேயே எப்பொழுதும் இருக்கும் (n என்பது தலைமுறை எண்ணிக்கையை குறிக்கும்). அவ்வாறு ஏற்படும் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பு அடுக்கேற்ற (அ) மடக்கைப் பெருக்கமாக இருக்கும் (exponential or logarithmic growth).

இதைக் கீழ்க்கண்ட தலைமுறைக்காலங்களுக்கான சமன்பாடுகள் மூலம் சொல்லலாம்.

'No' என்பதை ஆரம்பகால எண்ணிக்கையாவும்; N_t என்பதை t என்ற காலத்தில் எண்ணிக்கையின் அளவாகவும், n என்பதை t என்ற கால அளவில் ஏற்படும் தலைமுறைகளின் எண்ணிக்கையாகவும் எடுத்துக்கொண்டால்,

$$N_t = N_0 \times 2^n$$

இந்தச் சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு தீர்க்கலாம்.

$\log N_t = \log N_0 + n \times \log 2$; மேலும்

$$n = \frac{\log N_t - \log N_0}{\log 2} = \frac{\log \log N_t - \log N_0}{0.301}$$

தொகுப்பு வளர்ப்பின் போது ஏற்படும் அடுக்கேற்ற வளர்ச்சிப் பருவ வளர்ச்சி விகிதத்தை சராசரி வளர்ச்சி விகித மாறிலி (Mean Growth rate constant 'K') எனக் குறிக்கலாம். இது ஒரு நேர அலகில் ஏற்படும் தலைமுறை எண்ணிக்கையாகும்; இது பெரும்பாலும் ஒரு மணிநேரத்தில் ஏற்படும் தலைமுறை எண்ணிக்கையில் வெளிப்படுத்தப்படுகிறது.

$$K = \frac{n}{t} = \frac{\log N_t - \log N_0}{0.301t}$$

இப்போது, சராசரி தலைமுறைக்காலம் அல்லது சராசரி இறப்புக்காலம் (Mean generation time "g") என்பதைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணிக்கலாம். எண்ணிக்கை இரட்டிப்பானால் (t = g), பிறகு

$$N_t = 2N_0$$

சராசரி வளர்ச்சி விகித சமன்பாட்டில், 2No ஐ மாற்றீடாக்கினால்,

$$K = \frac{\log (2No) - \log No}{0.301\ g} = \frac{\log 2 + \log No - \log No}{0.301\ g}$$

$$K = 1/g$$

சராசரி தலைமுறைக்காலம் என்பது சராசரி வளர்ச்சிவிகித மாறிலியின் நிகர் மாற்று (அ) எதிரிடையாகும் (reciprocal)

$$g = 1/k$$

சராசரி தலைமுறைக்காலத்தை (g) ஒரு அரைமடக்கை வரைகோட்டின் மூலம் வளர்ச்சித் தகவல்களை வெளிப்படுத்தும் போது தீர்மானிக்கலாம். மேலும் அப்போது வளர்ச்சிவிகித மாறிலியை 'g' யிலிருந்து கணிக்கலாம். தலைமுறைக்காலத்தை மேற்க்கண்ட சமன்பாடுகளிலிருந்தும் கண்டுபிடிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பாக்டீரியத்தொகை 10^3 செல்கள் என்ற எண்ணிக்கையிலிருந்து 10^9 செல்கள் என்ற எண்ணிக்கையை 10 மணிநேரத்தில்

அடைந்தால்,

$$k = \frac{\log 10^9 - \log 10^3}{(0.301)(10hr)} = \frac{9-3}{30.01hr} = 2.0$$ தலைமுறைகள் / ஒரு மணிக்கு

$$g = \frac{1}{2.0\ gen/hr} = 0.5$$ / தலைமுறை ஒரு மணிக்கு

2.0 gen/hr (தலைமுறை) / மணி

(அல்லது) 30 நிமிடங்கள் / ஒரு தலைமுறைக்கு

தலைமுறைக்காலம் நுண்ணுயிர் வகையைப் பொறுத்தும், சூழல் காரணிகளைப் பொறுத்தும் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் பொதுவாக வேறுபடும். அது சில பாக்டீரியாக்களுக்கு 10 நிமிடம் (0.1 மணி) என்ற குறைவான நேரத்திலிருந்து, பல உட்கருவுள்ள நுண்ணுயிர் வகைகளுக்கு பலநாட்கள் வரையும் வேறுபடும் (பட்டியல் 5.3). மேலும் தலைமுறைக்காலம் இயற்கைச்சூழலில், வளர்ப்பு ஊடகங்களிலிருப்பதை விடப் பொதுவாக மிக அதிகமாக இருக்கும்.

பட்டியல் 5.3 : தெரிந்தெடுக்கப்பட்ட சில நுண்ணுயிர்களின் தலைமுறைக்காலம்

நுண்ணுயிர் வகை	வெப்பநிலை (0^0C)	தலைமுறைக்காலம் மணியில் (hours)
பாக்டீரியா		
1. பெனிக்கியா நாட்ரிஜென்ஸ்		
(*Beneckea natrigens*)	37	0.16
2. எஸ்செரிசியா கோலி (*E.coli*)	40	0.35
3. பாஸில்லஸ் சப்டிலிஸ்		
(*Bacillus subtilis*)	40	0.43
4. ஸுடோமோனாஸ் அருஜினோஸா		
(*Pseudomonas aeruginosa*)	37	0.58
5. ஸ்டபைலோகாக்கஸ் ஆரியஸ்		
(*Staphylococcus aureus*)	37	0.47
6. அனபீனா சிலிண்டிரிக்கா		

(*Anabaena cylindrica*)	25	10.6
7. மைக்கோபாக்டீரியம் டியூபெர்குலோசிஸ் (*Mycobacterium tuberculosis*)	37	12
8. டிரிப்போனீமா பாலிடம் (*Treponema pallidum*)	37	33
ஆல்காக்கள்		
9. செமிடெஸ்மஸ் குவாட்ரிகாடா (*Semidesmus quadricauda*)	25	5.9
10. யூகிளினா கிரேசிலிஸ் (*Euglena gracilis*)	25	10.9
11. செராடியம் டிரைபோஸ் (*Ceratium tripos*)	20	82.8
முதலுயிரிகள் (புரோட்டோஸீவா)		
12. டெட்ராஹைஹமீனா ஜெலீ (*Tetrahymena geleii*)	24	2.2.42
13. லீஷ்மேனியா டினோவனி (*Leishmania denovani*)	26	10.12
14. கியார்க்டியா லாம்ப்லியா (*Giardia lamblia*)	37	18
பூஞ்சைகள்		
15. சாக்கரோமைசஸ் செரிவிசியே (*Saccharomyces cerevisiae*)	30	2
16. மோனிலீனியாஃப்ரக்டிகோலா (*Monilinia fructicola*)	25	30

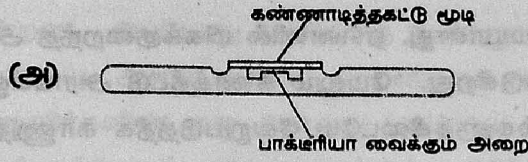
நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியை அளவிடுதல் (Measurement of Microbial growth)

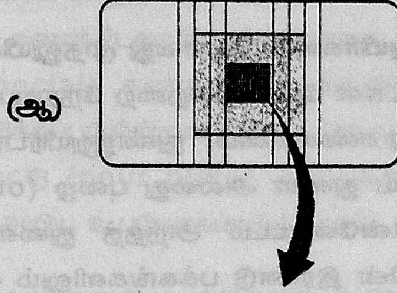
நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி விகிதம் மற்றும் தலைமுறைக்காலம் ஆகியவற்றை அளவிட பல முறைகள் உள்ளன. மொத்த எண்ணிக்கை அல்லது உயிர்த்தொகுதி (Biomass)யில் ஏற்படும் மாற்றங்களை தொடர்ந்து கண்காணிக்கலாம். ஏனெனில் வளர்ச்சியின் போது இவ்விரண்டிலும் அதிகரிப்பு உண்டாகிறது. மிகப்பெரும்பாலும் உபயோகப்படுத்தப்படும் முறைகள் பற்றிய ஒரு சுருக்கமான மதிப்பீடு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் எந்தவொரு தனிமுறையும் ஒரு சிறந்த முறையாக எப்போதும் இருப்பதில்லை. ஏனெனில் மிகச்சரியான (most appropriate) முறையைத் தெரிவு செய்தல் சோதனை நிகழ்த்தப்படும் சூழல்களைப் பொறுத்து அமையும்.

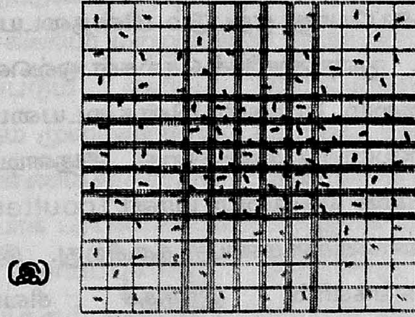
செல்களின் மொத்த எண்ணிக்கையை அளவிடல் :

(அ) கணக்கீட்டு அரங்கினை உபயோகித்தல் :

நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கையை அளவிட மிகவும் வெளிப்படையான முறை அவற்றை நேரடியாக எண்ணுவதாகும் (direct counting). ஒரு கணக்கீட்டு அரங்கினை (counting chamber) உபயோகிப்பது எளிதானது. அதிக செலவற்றது; மற்ற முறைகளோடு ஒப்பிடுகையில் சீக்கிரம் செய்யக்கூடியது. மேலும் இந்தமுறை நுண்ணுயிரின் அளவு மற்றும் புறத்தோற்றத்தைப் பற்றிய விபரங்களையும் தரவல்லது. பெட்ரோப் - ஹௌசர் கணக்கீட்டு அரங்கினை (Petroff - Hausser counting chamber) புரோகேரியோட்டுகளை எண்ணுவதற்கு உபயோகப்படுத்தலாம். (படம் 5.6) ஹீமோசைட்டோமீட்டரை (Hemocytometer) அதாவது இரத்தச் செல் கணக்கீட்டுமானியை உபயோகித்து புரோகேரியோட்டுகள் (Prokaryotes) மற்றும் உட்கருவுடையவை (Eukaryotes) ஆகிய இரண்டு வகைச் செல்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடலாம். புரோகேரியோட்டுக்களை சாயமேற்றப்பட்டால் இந்தக் கருவிகளில் எளிதில் எண்ண முடியும் அல்லது மிளிர்வொளி நுண்ணோக்கி (Flourescence Microscope) அல்லது கட்டமாறமைவு நுண்ணோக்கி (Phase Contrast Microscope) உபயோகித்தும் எளிதாக எண்ணலாம். மேற்குறிப்பிட்ட கருவிகள் சிறப்பமைந்த வடிவமைப்புடைய கண்ணாடி வில்லைகளில் குறிப்பிட்ட ஆழம் மற்றும் அரங்கினடியில் வலைபோன்று செதுக்கப்பட்டக் கட்டங்களை (etched grid) பெற்றிருக்கும். நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டு அரங்கின் கனஅளவு மற்றும் மாதிரியின் நீர்க்கச் செய்த அளவு (dilution) ஆகியவற்றிலிருந்து கணக்கிடலாம். ஆனால் இந்தக் கருவிகளை உபயோகிக்கும் முறைகளில் சில குறைபாடுகள் உண்டு. முதலாவதாக அளவிடப்படும் நுண்ணுயிரின் எண்ணிக்கை அதிகமாக







படம் 5.6 பெட்ரோஃப்-ஹவுசர் எண்ணும் அரங்கம்

(அ) அரங்கின் பக்கத் தோற்றம். கண்ணாடித் தகட்டின் கீழுள்ள இடத்தில் பாக்டீரியத்திரவத் தொங்கலிருப்பதைக் காணலாம்.
(ஆ) அரங்கினை மேலிருந்து கீழாகப் பார்க்கும்போது கிடைக்கும் தோற்றம். எண்ணுதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படும் சதுரவலைப்பகுதி கண்ணாடித்தகட்டின் மத்தியில் காணலாம்.
(இ) சதுரவலைப்பகுதியின் பெரிதாக்கப்பட்ட தோற்றம். 400 முதல் 500 மடங்கு வரைப் பெரிதாக்கப்பட்ட நிலையில் பாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கை பல நடுக்கட்டங்களில் எண்ணப்பட்டு அவற்றின் சராசரியிலிருந்து மூலமாதிரியிலுள்ள பாக்டீரியாக்களின் மொத்த எண்ணிக்கை கணக்கிடப்படுகிறது. 25 கட்டிங்கள் சேர்ந்த பரப்பளவு 1 சதுர மி.மீ. ஆகும். எனவே ஒரு சதுர மி.மீட்டரிலுள்ள பாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கை = (பாக்டீரியா எண்ணிக்கை/சதுரம்) X (25 சதுரங்கள்). அரங்கின் ஆழம் 0.2 மி.மீட்டராகும். எனவே பாக்டீரிய எண்ணிக்கை/கன மி.மீ. = (பாக்டீரிய எண்ணிக்கை / சதுரம்) (25 சதுரங்கள்) (50). ஒரு கன செ.மீட்டரிலுள்ள பாக்டீரியா எண்ணிக்கை இதன் 10^3 மடங்காகும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு கட்டத்திலுள்ள சராசரி பாக்டீரியா எண்ணிக்கை 28 என்றால்,
பாக்டீரியா/கன செ.மீ.= $(28)(25)(50)(10^3) = 3.5 \times 10^7$

இருத்தல் இன்றியமையானது. ஏனெனில் மிகக்குறைந்த அளவே மாதிரியாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. மேலும் கணக்கீட்டு அரங்கிலுள்ள உயிருள்ள மற்றும் இறந்த செல்களுக்கிடையே வேறுபடுத்திக் காணுதல் சிறப்பமைந்த முறைகளின் உதவியின்றி இயலாது.

அ) மின்துகளியத் துடிப்பெண்ணி (Electronic counter)

அளவிற்பெரிய நுண்ணுயிர்களை அதாவது முதலுயிர்கள் (protozoa), ஆல்காக்கள், இழையற்ற ஈஸ்ட்கள் போன்றவற்றை நேரடியாக மின்துகளியத் துடிப்பெண்ணியை உபயோகித்து எண்ணலாம். நுண்ணுயிரடங்கிய ஒரு தொங்கு துளி (suspension) ஒரு சிறிய துளை அல்லது புழை (orifice) வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. ஒரு மின்னோட்டம் அந்தத் துளையின் வழியாகப் பாய்ச்சப்பட்டு, அந்தப் புழையின் இரண்டு பக்கங்களிலும் வைக்கப்பட்டுள்ள மின்வாய்கள் (electrodes) அப்போது ஏற்படும் மின்தடையமைவை (eletrical resistance) அளவிடுகின்றன. நுண்ணுயிர்ச் செல்கள் ஒவ்வொரு முறை அந்தப் புழை வழியை கடந்து செல்லும் போதும் மின்தடையமைவு அதிகரிக்கிறது (அல்லது) கடத்தும் திறன் (conductivity) குறைகிறது. அதனடிப்படையில் செல்கள் எண்ணப்படுகின்றன. இவ்வகை கௌல்டர் மானி (coulter counter) பெரிய செல்களின் மிகச்சரியான எண்ணிக்கையைத் தருகிறது. இவை பெருமளவில் மருத்துவமனை ஆய்வகங்களில் இரத்தச் சிவப்பணு மற்றும் வெள்ளையணுக்களை எண்ணுவதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. இவை பாக்டீரியாக்களை எண்ணுவதற்கு அந்த அளவு பயனளிப்பதில்லை. ஏனெனில் சிறிய துகள்களின் இடையூறுகள், இழைகள் போன்ற பல காரணிகள் அதில் குறுக்கீடக்கூடும்.

இ) உயிருள்ள செல்களின் எண்ணிக்கை அறிதல் :

மேற்க்கண்ட கருவிகள் உயிருள்ள மற்றும் இறந்த செல்களின் மொத்த எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட உதவுகின்றன. ஆனால் உயிருள்ள, வளரும் மற்றும் இனப்பெருக்கம் செய்யும் நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கையை அளவிடவும் பல முறைகள் உள்ளன.

ஈ) வளர்ப்புத்தட்டு எண்ணிக்கை முறை (standard plate count) அல்லது தொடர் நீர்த்தல் முறை (serial dilution method)

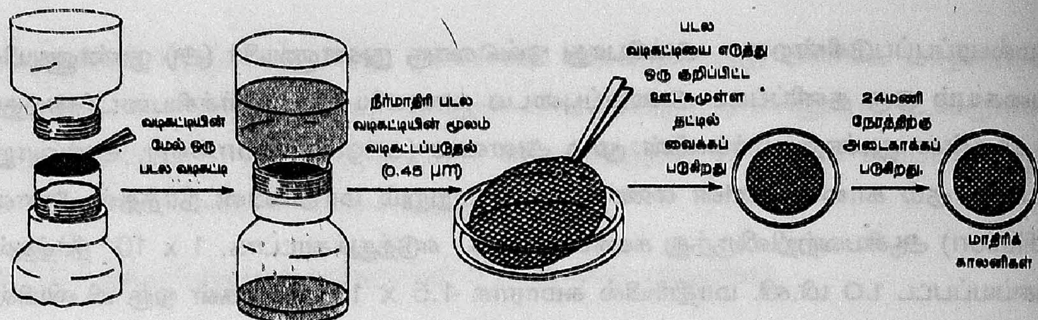
பெரும்பாலான உயிருள்ள செல்களை எண்ணும் முறைகளில், நீர்த்தல் செய்யப்பட்ட பாக்டீரியா அல்லது நுண்ணுயிர் மாதிரி அகார்தட்டின்

மேல்பரப்பப்படுகின்றன. அப்போது ஒவ்வொரு நுண்ணுயிர் (அ) நுண்ணுயிர் வகையும் ஒரு தனிப்பட்ட அமைப்புடைய காலனியாக வளர்ச்சியடைகின்றது. உயிருள்ள நுண்ணுயிர்களின் மூல அளவை (original number), அவ்வாறு உண்டாகும் காலனிகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் மாதிரியின் நீர்த்தல் அளவு (dilution) ஆகியவற்றிலிருந்து கணக்கிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக, 1×10^{-6} நீர்த்தல் செய்யப்பட்ட 1.0 மி.லி. மாதிரியில் சுமாராக 1.5×10^{8} செல்கள் ஒரு மி.லியில் இருக்கிறது என்று கணக்கிடலாம். பொதுவாக, இத்தகைய கணக்கீடுகள் ஒரு சிறப்பமைந்த (special) கணக்கீட்டுக் கருவியை உபயோகிப்பதன் மூலம் துல்லியமாகக் கணிக்கப்படுகின்றன. இந்த வகையில் பரப்புத்தட்டு (spread plate) மற்றும் ஊற்றுத்தட்டு (pour plate) முறைகளை மாதிரிகளில் நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கையை அறிய உபயோகப்படுத்தலாம்.

மேற்கண்ட தட்டுவளர்ப்பு முறைகள், உணவுப்பொருள், நீர் மற்றும் மண் மாதிரிகளிலுள்ள பாக்டீரியா மற்றும் இதர நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கையறிய உபயோகப்படுத்தப்படும் எளிய, துல்லியமான மற்றும் பெருமளவு உபயோகத்திலிருக்கும் முறைகளாகும். ஆனால், அவைகளில் பல பிரச்சினைகள் துல்லியமற்ற எண்ணிக்கையைக் கொடுக்கக்கூடும். நுண்ணுயிர்கள் கொத்துக்களாக சரியாக பரவலாக்கப்படாமலிந்தால் அவற்றின் எண்ணிக்கையைக் குறைத்து மதிப்பிட வாய்ப்புள்ளது. ஒவ்வொரு செல்லும் நிச்சயமாக ஒரு காலனியை உருவாக்கும் என்பதை அறுதியிட்டுக் கூற இயலாது என்பதால், பெரும்பாலும் இம்முறைகளினால் பெறப்படும் எண்ணிக்கைகள் காலனி உற்பத்தி செய்யும் அலகுகள் (colony forming units, CFU) என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. மொத்த நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கை என்று குறிப்பிடப்படுவதில்லை. உபயோகப்படுத்தப்படும் அகார் ஊடகம் மாதிரியிலுள்ள அனைத்து நுண்ணுயிர்களையும் வளரச் செய்ய இயலாத நிலையிலும் இந்த எண்ணிக்கைகள் குறைத்து மதிப்பிடப்படக்கூடும் என்பது அனைவரும் அறியக்கூடிய ஒன்றாகும். மேலும் ஊற்றுத் தட்டுமுறையில் உபயோகப்படுத்தப்படும் சூடான அகார் சில சமயம் சில கூருணர்வுள்ள (sensitive) செல்களை பாதிக்கக்கூடும் என்பதால், அவற்றில் கிடைக்கும் நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கையின் அளவு, பரப்புத்தட்டுமுறையினால் பெறப்படும் எண்ணிக்கையை விடக் குறைவாக சில நேரங்களில் இருக்கும்.

ii) படல வடிகட்டுமுறை (Membrane Filter Method) (படம் 5.7)

நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கைகள் பல நேரங்களில், பாக்டீரியாக்களைப் பிடிக்கக்கூடிய அளவு நுண்ணியத் துளைகளுள்ள படல வடிகட்டிகளின் மேல்



படம் 5.7: படலவடிகட்டி முறை : பல அளவுள்ள படல வடிகட்டிகள் பல்வேறு வகை நுண்ணுயிர்களைப் பிடிக்க உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. அவை அடைகாக்கும் நேரம், ஊடகம் மற்றும் நுண்ணுயிர்வகை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடும்.

வளரும் காலனிகளை எண்ணுவதன் மூலம் கணக்கிடப்படுகின்றன. இத்தகைய படல வடிகட்டு முறையில், ஒரு நுண்ணுயிர் மாதிரி சிறப்பமைவுள்ள படல வடிகட்டியினூடே எடுக்கப்படுகிறது. அதன்பின் அந்தப் படலம் ஒரு அகார் ஊடகத்தின் மேல் அல்லது ஒரு திரவ ஊடகம் நனைக்கப்பட்ட திண்டின் (pad) மேல் வைக்கப்பட்டு அதிலுள்ள ஒவ்வொரு செல்லும் ஒரு தனி காலனியை உருவாக்கும் வரை அடைகாக்கப்படுகிறது. அப்போது கிடைக்கும் காலனி எண்ணிக்கை அவ்வாறு வடிகட்டப்பட்ட மாதிரிகளிலுள்ள நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கையைத் தருகிறது. மேலும், சிறப்பமைந்த ஊடகங்களை சில தனிப்பட்ட (அ) குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிர் வகையை அறிய உபயோகிக்க இயலும். இந்தச் செயல் நுட்பம் நீர்மாதிரிகளைப் பரிசோதிக்க முக்கியமாக உதவும்.

படல வடிகட்டிகள் பாக்டீரியாக்களை நேரடியாக எண்ணவும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறையில், நுண்ணுயிர் மாதிரி முதலில் ஒரு கரிய பாலிகார்பனேட் படல வடிகட்டியினூடாக வடிகட்டப்பட்டு மிளிரொளிப்பொருட்களைக் (fluorescent objects) காண உதவும் ஒரு பின்புலம் (background) உருவாக்கப்படுகிறது. அதன் பின்னர் பாக்டீரியாக்கள் மேல் அக்ரிடீன் ஆரஞ்சு (acridine orange) அல்லது டி.ஏ.பி.ஐ (DAPI) போன்ற மிளிரொளி உமிழும் சாயங்கள் ஏற்றப்படுகின்றன. அவ்வாறு அக்ரிடீன் ஆரஞ்சு சாயமேற்றப்பட்ட நுண்ணுயிர்கள் வெளிப்படுத்தும் ஆரஞ்சு அல்லது பச்சை நிற மேல்மிளிரொளி (epifluorescent) நுண்ணோக்கியை வைத்துக் கணக்கிடப்படுகிறது. பொதுவாக இந்த முறையில் பெறப்படும் எண்ணிக்கைகள் மற்ற வளர்ப்பு முறைகளிலிருந்து பெறப்படும் எண்ணிக்கைகளைவிட அதிகமாக இருக்கும். ஏனெனில் பிற முறைகளில் சில பாக்டீரியாக்கள் இறந்துவிடக் கூடும். உயிருள்ள

மற்றும் இறந்த செல்களை சாயமேற்ற மிளிரொளி வினைப்பொருட்களடங்கிய வணிக வினைப்பொருள் பைகள் (commercial kits) தற்சமயம் விற்பனையிலுள்ளன. அவற்றின் மூலம் ஒரு நுண்ணுயிர் மாதிரியிலுள்ள உயிருள்ள மற்றும் இறந்த நுண்ணுயிர்ச் செல்களின் எண்ணிக்கையை நேரடியாகக் கணக்கிட இயலும்.

2. உயிர்ச்செல் தொகைத் திரளளவை அளவிடுதல் (Measurement of cell mass)

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியின் போது செல்களின் எண்ணிக்கையுடன் செல்தொகுதிகளின் திரளளவும் அதிகரிக்கிறது. எனவே செல்திரளளவு அதிகரிப்பை அளவிடும் முறைகள் மூலம் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியைக் கணக்கிடலாம். அவையாவன :

1. செல் உலர் எடையை அளவிடுதல் (Measurement of dry weight)

2. செல்கனஅளவு அளவிடல் (Measurement of cell volume)

3. செல்வேதிக்காரணிகளை அறிதல் (Measurement of chemical components of cell)

4. திரவ வளர்ப்பில் நிறநிரல் ஒளிமானி (spectrometer) மூலம் செல்செறிவையறிதல்.

1. உலர் எடை முறை :

செல் திரளளவையறிய மிகவும் நேரடியாக அளவிடும் முறை நுண்ணுயிர்த்தொகுதி உலர் உடையை அளவிடலாகும். செல்தொகுப்பை வடிதாள் மூலம் வடிகட்டி அடைகாப்பானில் 100°C யில் உர்த்தியபின், வடிதாள் எடையைக் கணக்கிட்டு அதிலிருந்து வடிகட்டுவதற்கு முன் இருந்த வடிதாளின் எடையைக் கழித்தால், நுண்ணுயிர்த்தொகுதியின் உலர் எடையைக் கணக்கிடலாம். உலர் எடை வரைபடத்தின் மூலம் இந்த எடைக்குச் சமமான 1மி.லி. லுள்ள மொத்த செல் எண்ணிக்கையைக் கணிக்கலாம். ஆனால் இம்முறை துல்லியமற்றது. மேலும் அதிக நேரம் பிடிக்கக்கூடியது. இது காளான்களின் வளர்ச்சியை அறிவதற்குப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

2. செல் கனஅளவுமுறை :

இம்முறையில் திரவ ஊடகத்தில் வளரும் செல்களை மைய விலக்குக் கருவியில் வைத்து ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் சுழலவிட்டு, அடிப்பகுதியில் தங்கும்

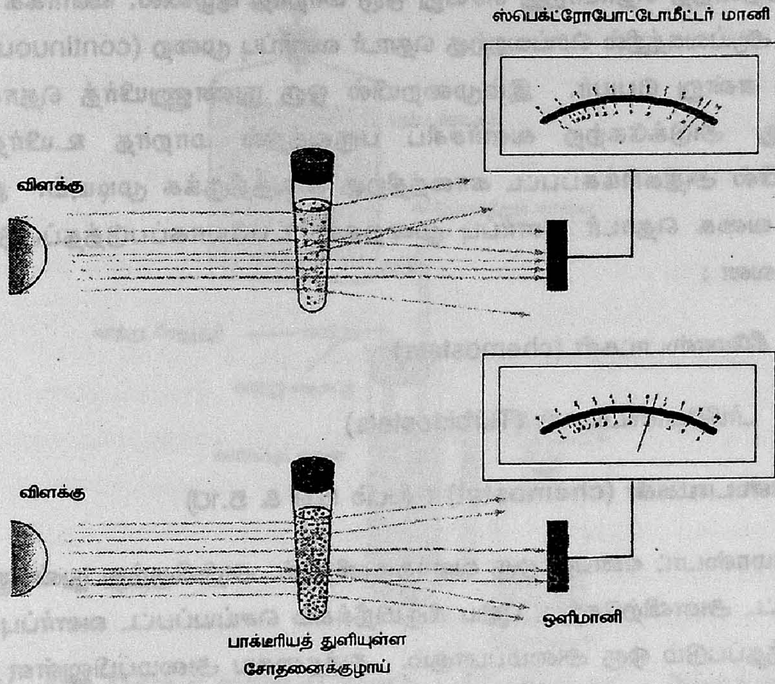
உயிர்த்தொகுதியை சுத்தப்படுத்தி (நீரால் கழுவி), சூட்டடுப்பில் (oven) காயவைத்துப்பின் எடையைக் கணக்கிடப்படுகிறது. ஆனால் பாக்டீரியாக்களின் எடை மிகக்குறைவானதாகயிருப்பதால் இம்முறையில் பல ஆயிரம் மில்லி லிட்டர் திரவ வளர்ப்பு ஊடகத்தை மையவிலக்கம் செய்வது, தேவையான அளவு பாக்டீரியாக்களைப் பெற இன்றியமையாததாகிறது.

3. வேதிய முறை :

செல்லினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிப்பொருளின் அளவு மாறாமலிப்பின், அந்தச் செல்பொருளின் அளவு நுண்ணுயிர்ச் செல்திரளின் அளவுடன் நேரடியாகத் தொடர்புபடுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு வளர் ஊடகத்திலிருந்து கழுவிப்பெறப்பட்ட செல்களிலுள்ள (washed cells) மொத்தப் புரதம் அல்லது நைட்ரஜன் அளவு அதிகரிப்பதிலிருந்து, அதிலுள்ள நுண்ணுயிர்த்திரளின் அளவு அதிகரிப்பைக் கணக்கிடலாம். அதுபோலவே பச்சையத்தின் அளவிலிருந்து பாசிகள் (ஆல்காக்கள்) அளவையும், ஏ.டி.பி. அளவிலிருந்து உயிருள்ள நுண்ணுயிர்த் திரளின் அளவையும் நிர்ணயிக்கலாம்.

4. நிறநிரல் ஒளிமானி (spectrophotometer) முறை :

அதிவிரைவான மற்றும் துல்லியமான முறைகள் நுண்ணுயிர்ச் செல்கள் அவற்றின் மேல்படும் ஒளியைச் சிதறடிக்கும் பண்பை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. ஒரு நுண்ணுயிர்த் தொகுதியிலுள்ள அனைத்து நுண்ணுயிர்களும் ஒரே அளவுடையன என்பதால், அவற்றால் சிதறடிக்கப்படும் ஒளியின் அளவு அத்தொகுதியின் திரளளவிற்கு (biomass) நேர்விகிதத்திலும், எண்ணிக்கைக்கு எதிர்விகிதத்திலும் தொடர்புடையதாக இருக்கும். பாக்டீரியாவின் எண்ணிக்கை ஒரு மி.லி.க்கு 10 மில்லியன் செல்கள் என்ற அளவை எட்டும் பொழுது அந்தத் திரவ ஊடகம் கலங்கலாக மாறுகிறது. மேலும் பாக்டீரியாக்களின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும் பொழுது இந்தக் கலங்கல் நிலை (turbidity) பாக்டீரியாக்களின் அடர்த்திச் செறிவிற்கு நேர்விகிதத்தில் அதிகரிக்கிறது. எனவே ஒரு நிறநிரல் ஒளிமானி (அ) ஸ்பெக்ட்ரோபோட்டோமீட்டரினால் அளவிடப்படும் சிதறடிக்கப்பட்ட ஒளியினளவு அதிலுள்ள பாக்டீரிய அடர்த்திக்கு நேரடியாகத் தொடர்புடையதாக இருக்கும். எனவே நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியை ஸ்பெக்ட்ரோபோட்டோமீட்டர் முறையில் (அவற்றின் எண்ணிக்கை அளவிடக்கூடிய கலக்கலளவுடையதாக இருக்கும் பொழுது) எளிதாக அளவிடலாம். (படம் 5.8) இதில் நெபெலோமீட்டரையும் (Nephelometer) பயன்படுத்தலாம்.



படம் 5.8: கலங்கல்தன்மையும் நுண்ணுயிர்த்திறன் அளவிடுதலும்: ஒளி உட்கவர்வதிலிருந்து நுண்ணுயிர்த்திரளளவு அளவிடுதல். நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது கலங்கல் தன்மை அதிகரிக்கிறது. எனவே அதிக அளவில் ஒளிச்சிதறல் ஏற்பட்டு ஸ்பெக்ட்ரோபோட்டோ மீட்டரிலுள்ள ஒளி உட்கவர்தல் அதிகரிக்கிறது. ஸ்பெக்ட்ரோ போட்டோமீட்டரில் இரண்டு வகை மானிகள் உள்ளன. மேலேயுள்ள படத்தில், கீழே காட்டப்பட்டுள்ள மானி ஒளி உட்கவர்தலின் அளவையும் மேலே காட்டப்பட்டுள்ள மானியில் ஒளி ஊடுறுவல் அளவையும் காட்டுகின்றன.

நுண்ணுயிர்களின் தொடர் வளர்ப்பு முறை (The continuous culture of Microorganisms)

இதுவரை மூடியமுறை (closed system) யில் ஊட்டச்சத்துக்கள் புதுப்பிக்கப்படாமலும், கழிவுப் பொருட்கள் நீக்கப்படாமலும் நடத்தப்படக்கூடிய தொகுப்பு வளர்ப்பு முறையில் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி பற்றி விளக்கப்பட்டது. ஆனால் மேற்க்கண்ட முறையில் அடுக்கேற்ற வளர்ச்சி ஒருசில தலைமுறைகளுக்கே ஏற்பட்டுப்பின் நிலைப்பருவம் எட்டப்படுகிறது. இதைத் தவிர்க்க, நுண்ணுயிர்களைத் திறந்தமுறையில் (open system) அதாவது ஊட்டச்சத்துக்கள் அளித்தல் மற்றும் கழிவுகள் தொடர்ந்து நீக்கம் செய்தல்

போன்றவற்றைத் தொடர்ந்து செய்து ஒரு மாறாத சூழலில், வளர்க்க இயலும். இவ்வாறு ஆய்வகத்தில் செய்வதற்கு தொடர் வளர்ப்பு முறை (continuous culture system) என்று பெயர். இம்முறையில் ஒரு நுண்ணுயிர்த் தொகுதியைத் தொடர்ந்து அடுக்கேற்ற வளர்ச்சிப் பருவத்தில் மாறாத உயிர்த்தொகுதி அடர்த்தியில் அதிகரிக்கப்பட்ட காலத்திற்கு வைத்திருக்க முடியும். இதற்காக இரண்டு வகை தொடர் வளர்ப்பு முறைகள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. அவையாவன :

1. கீமோஸ்டாட்கள் (chemostats)

2. டர்பிடோஸ்டாட்கள் (Turbidostats)

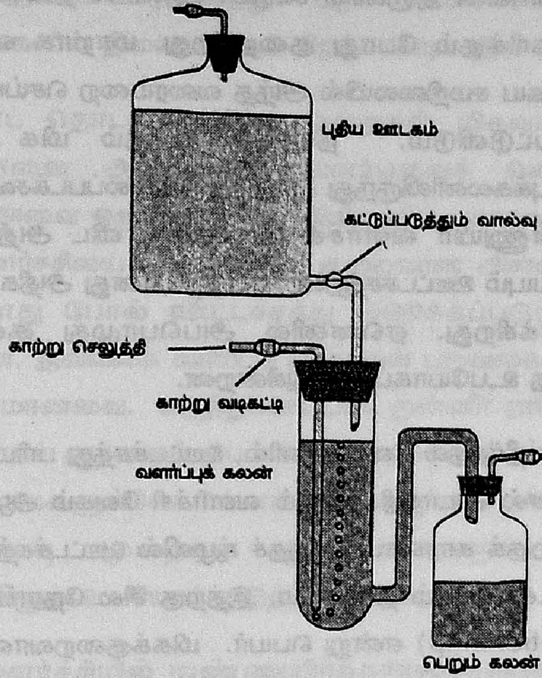
1. கீமோஸ்டாட்கள் (chemostat) : (படம் 5.9 & 5.10)

கீமோஸ்டாட் என்பது ஒரு வளர்கலனினுள், அதிலிருந்து நுண்ணுயிர்கள் எடுக்கப்பட்ட அளவிற்கேற்ப, புதிய கிருமிநீக்கம் செய்யப்பட்ட வளர்ப்பு ஊடகம் உட்செலுத்தப்படும் ஒரு அமைப்பாகும். அத்தகைய அமைப்பிலுள்ள வளர்ப்பு ஊடகத்தின் ஏதாவதொரு இன்றியமையா ஊட்டச்சத்து (எடுத்துக்காட்டான ஒரு அமினோ அமிலம்) குறைவான அளவில் இருக்கும். அவ்வாறு வளர்ச்சியை வரையறுக்கும் ஊட்டச்சத்துள்ள சூழலில், நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி விகிதம் அதனுள் ஊட்டச்சத்து செலுத்தப்படும் விகிதத்தினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. மேலும் இறுதிச் செல் எண்ணிக்கை (அ) அடர்த்தி அத்தகைய வரையறை செய்யும் ஊட்டச்சத்தின் (limiting nutrient) அடர்த்தியைச் சார்ந்திருக்கும். இத்தகைய அமைப்பில் ஊட்டச்சத்துப் பரிமாற்ற விகிதம் 'D' அதாவது நீர்த்தல் விகிதம் (Dilution rate) அல்லது வளர்ப்பு ஊடகம் வளர்ப்புக் கலனினுள் அதனுடையக் கனஅளவிற்கு ஈடாக செலுத்தப்படும் விகிதம், பாய்வு வேகம் (f = flow rate ml/hr) மற்றும் வளர்ப்புக் கலனின் கனஅளவு (v = volume ml) ஆகியவற்றைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டின் மூலம் தொடர்பு படுத்தலாம்.

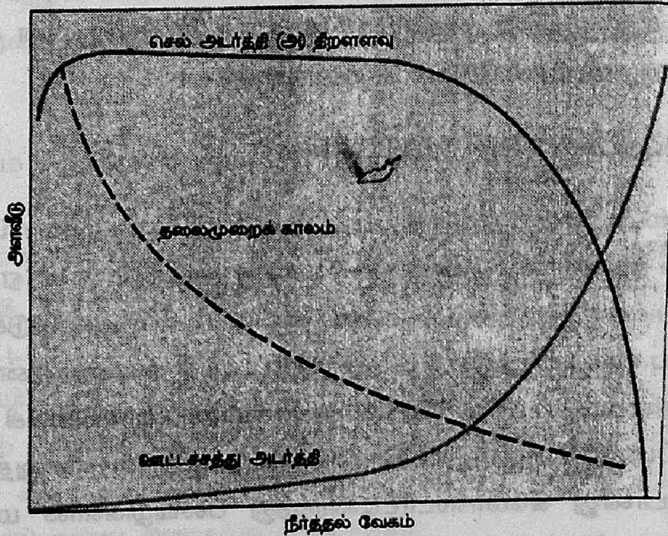
$D = f/v$

எடுத்துக்காட்டாக, 'f' ஆனது 30 மி.லி. / மணி என்றும், 'v' என்பது 100 மி.லி. ஆகவும் இருந்தால் நீர்த்தல் விகிதம் 0.30 / மணி ஆக இருக்கும்.

அத்தகைய வளர்ப்பில், நுண்ணுயிர் மொத்த எண்ணிக்கையும், தலைமுறைக்காலமும் ஆகிய இரண்டுமே நீர்த்தல் விகிதத்துடன் தொடர்புடையதாக இருக்கும். நுண்ணுயிர் அடர்த்தி பல்வேறுபட்ட நீர்த்தல்



படம் 5.9: ஒரு தொடர் வளர்ப்பு முறை : கீமோஸ்டாட் - மேற்க்குறிப்பிட்ட வளர்ப்பு முறையின் உருவ வரைபடம்: வளர்ச்சி விகிதமானது இன்றியமையாத ஊட்டச்சத்து அடங்கிய புதிய ஊடகம் வளர்கலனினூடாகப் பாயும் வேகத்தினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.



படம் 5.10: கீமோஸ்டாட்டில் நீர்த்தல் வேகமும் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியும். கீமோஸ்டாடில நீர்த்தல் வேகத்தை மாற்றும் போது ஏற்படும் விளைவுகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

விகிதங்களில் ஒரே அளவாக இருக்கக் கூடும். ஆனால் தலைமுறைக்காலம், நீர்த்தல் விகிதம் அதிகரிக்கும் போது குறைகிறது. மாறாக வளர்ச்சி வேகம் அதிகரிக்கிறது. இத்தகைய சமநிலையில் அந்த வரையறை செய்யும் ஊட்டச்சத்து முழுவதுமாக நீக்கப்பட்டுவிடும். நீர்த்தல் விகிதம் மிக அதிகரித்தால், நுண்ணுயிர்கள் வளர்ப்புக்கலனிலிருந்து அடித்துச் செல்லப்படக்கூடும். ஏனெனில், நீர்த்தல் விகிதம் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி வேகத்தை விட அதிகமாயிருக்கும். மேலும் வரையரை செய்யும் ஊட்டச்சத்தின் அடர்த்தியானது அதிக அளவு நீர்த்தல் வேகங்களில் அதிகரிக்கிறது. ஏனெனில் அப்பொழுது குறைந்த அளவு நுண்ணுயிர்களே அதை உபயோகப்படுத்துகின்றன.

மிகக்குறைவான நீர்த்தல் வேகங்களில், ஊட்டச்சத்து பரிமாற்ற வேகத்தை அதிகரிக்கும் போது, செல் அடர்த்தி மற்றும் வளர்ச்சி வேகம் ஆகிய இரண்டுமே அதிகரிக்கின்றன. இதற்குக் காரணம், அந்தச் சூழலில் ஊட்டச்சத்து அடர்த்தியால் வளர்ச்சி விகிதத்தில் உண்டாகும் தாக்கமே. இதற்கு சில நேரங்களில் 'மானாட் தொடர்பு' (Monod relationship) என்று பெயர். மிகக்குறைவான அளவிலேயே ஊட்டச்சத்துக்கள் கிடைக்கும் போது பெரும்பாலான சக்தி செல் பராமரிப்பிற்கே உபயோகப்படுத்த வேண்டியிருப்பதால், வளர்ச்சிக்கோ அல்லது இனப்பெருக்கத்திற்கோ தேவையான ஊட்டச்சத்துக்கள் கிடைப்பதில்லை. நீர்த்தல் விகிதம் அதிகரிக்கும் போது, ஊட்டச்சத்து அளவும், செல் அடர்த்தியும் அதிகரிக்கிறது; ஏனெனில் செல் பராமரிப்பு மற்றும் வளர்ச்சி ஆகிய இரண்டிற்கும் தேவையான சக்தி அப்போது கிடைக்கிறது. கிடைக்கும் சக்தியின் அளவு பராமரிப்பிற்குத் தேவையான சக்தி (Maintenance energy) யின் அளவை விட அதிகமாகும் போது வளர்ச்சி வேகம் அதிகரிக்கிறது.

2) டர்பிடோஸ்டாட்கள் (The Turbidostats)

டர்பிடோஸ்டாட் என்ற இந்த இரண்டாம் வகைத் தொடர் வளர்ப்பு முறையில் ஒரு ஒளிக்கலம் (photocell) வளர்ப்புக்களின் ஏற்படும் ஒளி ஏற்புத்தன்மை (absorbance) அல்லது கலங்கல் தன்மை (turbidity) யை அளவிடுகிறது. இந்தக் கலனுள் வளர்ப்பு ஊடகம் முன்பே நிர்ணயிக்கப்பட்டக் கலங்கல்தன்மை அல்லது செல் அடர்த்தியைப் பராமரிக்கும் வகையில் தானியங்கி முறையில் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டு ஒரு குறிப்பிட்ட பாய்மவேகத்தில் செலுத்தப்படுகிறது. டர்பிடோஸ்டாட்டானது கீமோஸ்டாட்டிலிருந்து பலவழிகளில் மாறுபடுகிறது. டர்பிடோஸ்டாட்டில் நீர்த்தல் விகிதம் வேறுபடுகிறது நிலையாக இருப்பதில்லை. மேலும் அதிலுள்ள வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வளர்ச்சி வரையறைப்படுத்தும் ஊட்டச்சத்துக்கள் இல்லை. டர்பிடோஸ்டாட் அதிக நீர்த்தல் விகிதங்களில்

பெரும்பாலும் இயக்கப்படுகின்றது. ஆனால் கீமோஸ்டாம்பானது குறைந்த நீர்த்தல் விகிதங்களில் நிலையாகவும் சிறப்பாகவும் இயங்குகிறது.

மேற்கண்ட தொடர் வளர்ப்பு முறைகள் மிகவும் உபயோகமானவை. ஏனெனில் அவை அடுக்கேற்ற வளர்பருவச் செல்களைத் தொடர்ந்து அளிப்பதுடன் அவை ஒருநிலையான விகிதத்தில் வளரவும் செய்கின்றன. அவை நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியை ஊட்டச்சத்துக் குறைவான அளவில் அல்லது இயற்கைச் சூழலில் உள்ளது போல் ஊட்டச்சத்து அளிக்கப்படும் நிலையில் ஆராயப் பயன்படுகின்றன. இவ்வகை வளர்ப்பு முறைகள் பலவகை ஆராய்ச்சித்துறைகளில் மிகவும் முக்கியமானவை. எடுத்துக்காட்டாக, நன்னீர் ஏரிகள் அல்லது குளங்கள் உள்ள இயற்கைச் சூழலைப் போன்றே வடிவமைக்கப்பட்ட ஆய்வகச்சூழலில் நுண்ணுயிர் வகைகளுக்கிடையேயான செயல்களை பரிசோதிக்க உதவுகின்றன. தொடர் வளர்ப்பு முறைகள் உணவுப்பொருள் மற்றும் தொழிலக நுண்ணுயிரியலிலும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியில் நுண்ணுயிர்க்காரணிகளின் தாக்கம்

நுண்ணுயிர்கள் ஊட்டச்சத்து அளவிற்கேற்றவாறு முக்கியமாக ஊட்டச்சத்து வரையறுக்கும் நிலைகளில் எதிர்வினையாற்றக்கூடியவை என்று முன்பே கண்டோம். அதுபோலவே நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி அவற்றின் பல வேதிய மற்றும் இயற்பியல் சூழலாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன (பட்டியல் 5.4). நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியில் சூழல் காரணிகளின் தாக்கத்தை அறிந்து கொள்வது அவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதிலும் அவற்றின் சூழல் வழி பரவல் முறைகளை அறிவதற்கும் பயன்படும்.

மிகவும் கடினமான, நல்வாழ் சூழ்நிலையற்ற (inhospitable) நிலைகளில் கூட, சில நுண்ணுயிர்கள் வசிக்கின்றன என்பது உண்மையில் குறிப்பிடத்தக்கவொன்றாகும். சில வகை புரோகேரியோட்டுகள் பிற உயிர்கள் வாழமுடியாத சுழலிலும் வாழக்கூடியவை என்பது ஆச்சர்யமான ஒன்று. எடுத்துக்காட்டாக, பாஸல்லஸ் இன்ஃபெர்னஸ் (*Bacillus infernus*) என்ற பாக்டீரியா பூமிக்கடியில் 1.5 மைல்களுக்கும் கீழாக, ஆக்ஸிஜனேற்ற, வெப்பநிலை 60°C -க்கும் மேலாக உள்ள சூழலில் காணப்படுகின்றன. அத்தகைய மிகக் கடினமானச் சூழல்களில் வாழும் நுண்ணுயிர்கள் அதீத நிலை வாழ்விகள் (extremophiles) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

இப்போது நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கக்கூடிய மிக முக்கியமான சூழல் காரணிகளைப் பற்றி சுருக்கமாகக் காணலாம். பட்டியல் 5.4-ல் சூழல்

காரணிகளின் தாக்கத்தின் அடிப்படையில் நுண்ணுயிர் வகைகள் தரப்பட்டுள்ளன.

இயற்கைச் சூழலில் நுண்ணுயிரின் வளர்ச்சி

நீர், pH, வெப்பநிலை போன்ற சூழல் காரணிகளின் நுண்ணுயிர்கள் மீதான தனிப்பட்டத் தாக்கங்களை மேலே கண்டோம். இப்போது சுற்றுச்சூழலின் போது மொத்தத் தாக்கங்களைக் காண்போம்.

சூழல் காரணிகளால் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி வரையறை செய்யப்படுதல் (Growth Limitation by Environmental Factors)

நுண்ணுயிர்ச்சூழல் என்பது சிக்கலான அமைப்புடனும், எப்போதும் மாறிக்கொண்டேயிருப்பதுமான ஒன்றாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் வாழும் நுண்ணுயிர்கள் பல ஊட்டச்சத்துக்கள் இதர சூழல் காரணிகளின் மேற்பரவும் (overlapping) சரிவான நிலைகளுக்கு (gradients) உட்படுத்தப்படுகின்றன. உயிர் படலங்களில் (biofilms) வாழும் நுண்ணுயிர்களுக்கு இது மிகவும் பொருந்தும். லீபிக்கின் குறைந்த அளவு விதி (Liebig's law of minimum) ஒரு உயிரினத்தின் மொத்த திரளளவு (biomass) அதன் சூழலில் அந்த உயிரினத்திற்கான மிகக் குறைந்த அளவுத் தேவைப்படும் ஒரு சத்துப் பொருளினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்று கூறுகிறது. இது ஆய்வகம், தரை மற்றும் நீர் வாழ்விடங்களில் உள்ள அனைத்து உயிர்களுக்கும் பொருந்தும். எடுத்துக்காட்டாக, பாஸ்பேட் போன்ற நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியை வரையறை செய்யும் சத்துப் பொருளின் அளவு அதிகரிக்கும் போது நுண்ணுயிர்த்தொகை அதற்கேற்றாற்போல் அதிகரிக்கும். இந்நிலை மற்றொரு வரையறை செய்யும் ஊட்டச்சத்து இதில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும் வரைத் தொடரும். அதுபோன்றே பல வகை வரையறை செய்யும் சத்துப் பொருட்கள் இணைந்தும் ஒரு தாக்கத்தை ஏற்படுத்தக்கூடும். மேலும், மேற்கண்டபடி, வெப்பம், pH, ஒளி, உலர்ந்த தன்மை போன்ற பல காரணிகளும் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியில் தாக்கத்தை தனித்தன்மையாகவோ அல்லது ஒன்றிணைந்தோ ஏற்படுத்தக்கூடும். ஷெல்போர்டின் பொறுத்தமைவு விதி (Shelford's Law of Tolerance) யானது, ஊட்டச்சத்து அளவு எதுவாக இருந்தாலும், சூழல் காரணிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குக் கீழாகவோ அல்லது மேலாகவோ இருந்தால் அவை நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியை வரையறுக்கின்றன என்று கூறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒவ்வொரு காரணியும் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் நுண்ணுயிர்களுக்கு இருக்க வேண்டும். எனவே நுண்ணுயிர் வளர்ச்சிக்கு ஊட்டச்சத்து அவசியமாதலுடன், சரியான சூழல் காரணிகளின் அளவும் அவசியம் என்பது தெளிவாகிறது.

பட்டியல் 5.4 சூழல் காரணிகளுக்கெதிரான நுண்ணுயிர் எதிர் வினைகள் (Microbial responses to environmental factors)

காரணிகள் மற்றும் எதிர்வினை வகைகள்	விளக்கம்	நுண்ணுயிர் எடுத்துக்காட்டுகள்
1. கரைபொருள் மற்றும் நீர்வினைகள்		
அ. சவ்வூடு பரவல் பொறுப்பன (*Osmotolerant*)	பல்வேறு நீர் வினை (அ) சவ்வூடுபரவல் அடர்த்தி நிலைகளில் வளரக்கூடியன	ஸ்டைபைலோகாக்கஸ் ஆரியஸ் (*Staphylococcus aureus*) ஸாக்கரோமைஸஸ் ருக்ஸி (*Saccharomycex rouxii*)
ஆ.உவர்நீரு உவப்பிகள் (*Halophyles*)	வளர்ச்சிக்கு அதிக அளவு சோடியம் குளோரைடு (0.2M) அளவிற்கு அதிகமாக தேவைப்படும் நுண்ணுயிரிகள்	ஹாலோபாக்டீரியம் (*Halobacterium*)
2. pH		
அ. அமில நிலை விரும்பிகள் (*Acidophiles*)	pH அளவு 0 முதல் 5.5 வரையுள்ள நிலையில் வளர்ச்சி சிறப்பாக இருத்தல்	ஸல்போலோபஸ் (*Sulfolobus*)
ஆ. நன்னயநிலை விரும்பிகள் (*Neutrophiles*)	pH அளவு 5.5 லிருந்து 8.0 வரையுள்ள நிலையில் வளர்ச்சி சிறப்பாயிருத்தல்	எஸ்செரிசியா (*Escherichia*) யூகிலீனா (*Euglena*)
இ. காரநிலை விரும்பிகள் (*Alkalophiles*)	pH அளவு 8.5லிருந்து 11.5 வரையிலுள்ள நிலையில் வளர்ச்சி சிறப்பாயிருத்தல்	பாசில்லஸ் அல்கலோபைலஸ் (*Bacillus alkalophilus*)
3. வெப்பநிலை (Temparature)		
அ. குளிர்நாடி (Psychrophile)	0^0C யில் நன்றாக வளரக்கூடியவை 15^0C க்கு கீழே வளர்ச்சி சாதாரணமான வளர்ச்சியுடையவை	பாசில்லஸ் ஸைக்ரோபைலஸ் (*Bacillus psychrophilus*)
ஆ. குளிர்நிலை சார்பிகள் (Psychrotrophs)	0 முதல் 7^0C வரையிலும் வளரக்கூடியவை	ஸுடோமோனாஸ்புளுரொசென்ஸ் (*Pseudomonas fluorescence*)
இ. இடைவெப்பநிலை விரும்பிகள் (Psychrotrophs)	20 - 45^0C யில் நல்ல வளர்ச்சியுடையவை	எஸ்செரிசியா கோலி (*Escherichia coli*)
ஈ. அதிவெப்பநிலை விரும்பிகள் (Hyper Thermophiles)	80 முதல் 113^0C க்கு மேலும் சிறப்பான வளர்ச்சியுடையவை	சல்போலேபஸ் (*Sulfolobus*) பைரோகாக்கஸ் (*Pyrococcus*)

3. ஆக்சிஜன் அடர்த்தி (Oxygen concentration)		
அ) நிலைமாறா காற்று விரும்பிகள் (Obligate aerobes)	வெளிக்காற்றினுள்ள ஆக்ஸிஜனை, முழுவதுமாக வளர்ச்சிக்காகச் சார்ந்திருப்பவை	மைக்ரோகாக்கஸ் லூட்டியஸ் (*Micrococcus luteus*) ஸீடோமோனாஸ், மைக்கோபாக்டீரியம், பெரும்பாலான ஆல்காக்கள், பூஞ்சைகள் மற்றும் புரோட்டோஸீவாக்கள்
ஆ) நிலைமாறும் காற்று வாழ்விகள் (Facultative aerobes)	ஆக்ஸிஜனை வளர்ச்சிக்குச் சார்ந்திருப்பவையல்ல, ஆனால் ஆக்ஸிஜனிருக்கும் நிலையில் நன்றாக வளர்பவை.	எஸ்செரிசியா (*Echerichia*) என்டிரோகாக்கஸ் (*Enterococcus*) சாக்கரோமைசஸ் செரிவிசியே (*Saccharromyces cerevisiae*)
இ) காற்று வேறுபாடு பொறுப்பன (Aerotolerant aerobes)	ஆக்ஸிஜனிருக்கும் அல்லது இல்லாத நிலையினும் நன்றாக வளரக்கூடியன. ஆக்ஸினைப் பொறுப்பனஅல்ல ஆக்ஸிஜனிருக்கும் நிலையில் இறப்பன.	ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் பைக்கோஜென்ஸ் (*Streptococcus pycogenes*)
ஈ) கட்டாய காற்றிலா விரும்பிகள் (Obligate aerobes)	ஆக்ஸிஜன் அளவு 2-10% என்ற நிலை நல்ல வளர்ச்சிக்குத் தேவை	க்ளாஸ்டிரிடியம் (*Closteridium*) மெத்தனோபாக்டீரியம் (*Methanobacterium*)
உ) நுண்ணிய காற்று நிலை விரும்பிகள் (Microaerophiles)	வளிநிலை ஆக்ஸிஜன் அளவான 20% என்ற நிலையில் அழிக்கப்படக்கூடியன	காம்பைலோபாக்டர் (*Campylofactor*) ஸ்பைரில்லம் வோலுடன்ஸ் (*Spirillum voluntans*)
4. அழுத்தம் (Pressure) அதிக அழுந்த நிலை விரும்பிகள் (Barophilic)	நிலைநீரிய அழுத்தம் (Hydrostatic pressure) அதிகமுள்ள நிலையில் வேகமாக வளரக்கூடியவை	போட்டோபாக்டீரியம் புரோஃபுன்டம் (*Photobacterium profundum*)

நுண்ணுயிர் சாய மேற்றலும், பரவற் பூச்சு செய்தலும் (Staining and Smearing)

சில நிறமளிக்கும் பொருட்கள் நிறமற்ற நுண்ணுயிர்களுக்கு நிறமேற்றி அவற்றை தெளிவாகப் பார்த்து அவற்றின் செல் வடிவம் மற்றும் பல தோற்றங்களை அறிவதற்கு உதவுகின்றன. அத்தகை நிறமளிக்கும் பொருட்கள் அதாவது சாயங்களில் உள்ள நேர் மற்றும் எதிர் மின் பொருட்களில் ஒன்று நிறமுடையதாக இருக்கும். அதற்கு குரோமோபோர்கள் (Chromophores) என்று பெயர். அத்தகைய நிறமிப்பொருட்கள் நேர்மின் பொருளாக காரச் சாயங்களிலும் (basic dyes), எதிர் மின் பொருளாக அமிலச் சாயங்களிலும் (acidic dyes) இருக்கும். பாக்டீரியாச் செல்கள் pH 7.0 ஆக இருக்கும் போது எதிர் மின்னூட்டமிகுப்பதால் அவை காரச் சாயங்களிலுள்ள நேர்மின் பெருட்களுடன் இணைகின்றன. சிலவகைச் சாயங்கள் காரச் சாயங்கள் என்றும் மற்றும் சில அமிலச் சாயங்கள் என்றும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

எதிர்மறைச் சாயமேற்றல் (Negative Staining)

இவ்வகைச் சாயமேற்று முறையில் அமிலச் சாயங்களிலுள்ள எதிர்மின்மங்கள் எதிர்மின்மமுள்ள பாக்டீரியச் செல்களின் மேல்பரப்புடன் வினைபுரியாததால், அவற்றின் பின்புலம் மட்டும் சாயமேற்கிறது. இந்தவகைத் தயாரிப்பில், பாக்டீரியாக்கள் எதிர்மறைச் சாயமேற்றுதலால், ஒரு நிறமேற்றப்பட்டப் பின்புலத்தின் மேல், நிறமற்ற பாக்டீரியாக்கள் தெரிவதால் இதற்கு எதிர்மறைச் சாயமேற்றுதல் என்று பெயர். இத்தகையச் சாயங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாக இயோசின், நைக்ரோசின், இன்டியா இங்க் போன்றவற்றைக் கூறலாம்.

பரவற்பூச்சு (smear) என்பது நுண்ணுயிர்களை ஒரு கண்ணாடித் தகட்டின் மேற்பரப்பில் ஒரு மெல்லியப் படலமாகப் பரவச் செய்தலாகும். இவ்வாறு நிலை நிறுத்தம் செய்தல் (fixation) நுண்ணுயிர்களைக் கொல்கிறது. அதன்பிறகு சாயமேற்றப்பட்டு நீரால் கழுவப்படுகிறது. பிறகு அதிக நீர் ஏற்றியெடுக்கப்பட்டு (ஒற்றுத்தாள் மூலம்), சாயமேற்றப்பட்ட பாக்டீரியாக்கள் நுண்ணோக்கியில் காண்பதற்குத் தயாராகின்றன.

தனிச்சாய மேற்றுதல் (Simple staining)

நீர் அல்லது ஆல்கஹாலில் கரைக்கப்பட்ட ஒரு காரச் சாயத்தால் சாயமேற்றுதலுக்கு தனிச்சாயமேற்றுதல் என்று பெயர் (எ.கா. மெத்திலீன் புளூ, கிரிஸ்டல் வயலட், கார்பன் பக்ஸின், சாஃப்ரனின்). சில நேரங்களில்

சாயமேற்றிகள் (mordants) இவ்வகைச் சாயங்களுக்குத் துணைபுரிகின்றன.

வேற்றுமைப்பாட்டு சாயமேற்றுதல் (Differential staining)

கிராமின் சாயம் (Gram's stain) இந்த வகைச் சாயமேற்றுதலுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இதன் மூலம் பாக்டீரியாக்கள் கிராம் சாயமேற்கும் மற்றும் கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியாக்கள் என்ற இருபெரும் தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. கிரிஸ்டல் வயலட் அனைத்துச் செல்களுக்கும் கருஞ்சிவப்பு (purple) நிறத்தை அளிக்கிறது. இந்தக் கருஞ்சிவப்பு சாயத்துடன் அயோடின் (Iodine) ஒரு சாயமேற்றியாக சேர்க்கப்படுகிறது. அப்போது இரண்டு வகை பாக்டீரியாக்களும் கரு வயலட் அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறம் பெறுகின்றன. அதன் பின் அவ்வாறு சாய மேற்றப்பட்ட நுண்ணுயிர்பரவற்பூச்சு எத்தனால் அல்லது எத்தனால் அசிடோன் போன்ற நிறமகற்றியினால் கழுவப்படும்போது அது ஒரு சில வகைப் பாக்டீரியாக்களிலிருந்து (கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியாக்கள்) அந்த கருஞ்சிவப்பு சாயத்தை அகற்றுகிறது. அதன் பின்னர், எத்தனாலும் கழுவப்பட்டு, சாஃப்ரானின் (ஒரு காரச்சாயம் ஏற்றப்படுகிறது). இது ஒரு வகை எதிர்ச்சாயமேற்றலாகும் (counter staining). பின்னர் அது கழுவப்பட்டு, ஒற்றியெடுக்கப்பட்டு, நுண்ணோக்கியில் பார்க்கப்படுகிறது. அப்போது கிராம் சாயமேற்கா பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் கிராம் சாயமேற்கும் பாக்டீரியாக்கள் பிரித்தறியப்படுகின்றன. இவ்வேறுபாடு இந்த இருவகை பாக்டீரியச் செல்சுவர் அமைப்பு வேறுபாடுகளால் ஏற்படுகிறது.

சீல் நில்சன் சாயமேற்று முறை (அ) அமிலம் தாங்கிச் சாயமேற்றுதல் (Zeihl Wielson staining or Acid Fast Statining)

இவ்வகைச் சாயமேற்றுதல் மைக்கோலிக் அமிலத்தை (mycolic acid) பெருமளவு பெற்ற செல்சுவருடைய பாக்டீரியாக்களைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது. இந்தச் சாயமேற்றுமுறையில் வெப்பத்தால் நிலைநிறுத்தம் செய்யப்பட்ட மெல்லியப் படலத்தின் மேல் அதிக அடர்த்தியுள்ள கார்பால் ஃபக்சின் ஊற்றப்பட்டு, அந்தக் கண்ணாடித் தட்டு சூடேற்றப்படுகிறது (5 நிமிடங்களுக்கு) அப்போது கார்பால் ஃபக்சின் ஆவியாகிச் செல்சுவற்றினுள் ஊடுருவிச் செல்கிறது. அதன் பின்னர் அந்தப் பரவற்பூச்சு கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்ட நீரால் கழுவப்படுகிறது. அத்தகைய பரவற்பூச்சுகளுடன் அமில - ஆல்கஹாலை வினைபுரியச் செய்யும் போது, மைக்கோ பாக்டீரியாக்கள் மட்டும் கார்பால் ஃபக்சினைத் தக்கவைத்துக் கொண்டு சிவப்புநிறமாகக் காட்சியளிக்கின்றன.

சிறப்பு வகைச் சாயங்கள் (Special stains)

நுண்ணுயிர்ச் செல்களின் சில குறிப்பிட்டப் பகுதிகளைச் சாயமேற்ற சில முறைகள் உபயோகப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக இந்தியா இங்க் மற்றும் சாஃப்ரனின் ஆகியவற்றை உபயோகித்து எதிர்மறைச் சாயமேற்று முறையில் பாக்டீரியக் காப்சியூல்களின் வடிவத்தைக் காணலாம். ஸ்சாஃபர்-ஃபுல்டன் (Schaffer-fulton) உள்வித்துச் சாயத்தை உபயோகித்து உள்வித்துக்களைச் சாயமேற்றலாம். இதில் மாலசைட் கிரீன் (malachite green) முதல்நிலைச் சாயமாகவும் (primary stain), சாஃப்ரனின் (saffranine) எதிர்ச்சாயமேற்றியாகவும் (counter stain) செயல்படுகிறது. அதுபோன்றே நீளிழைகளை (flagella) சாதாரண நுண்ணோக்கியில் காண இயலாது. அதனால் ஒரு சாயமேற்றி (mordant) மூலம் அதனுடைய அகலம் அதிகமாக்கப்பட்டு அதன் பின்னர் கார்பால்ஃபக்சின் (carbol fuchsin) சாயமேற்றப்படுகிறது.

நுண்ணுயிர் நீக்கம் மற்றும் கட்டுப்படுத்துதல்
(CONTROL OF MICROORGANISMS)

பலவகை நுண்ணுயிர்கள் நன்மை புரிவனவாகவும், மனிதனின் நல்வாழ்விற்குத் தேவையானவாக இருந்தபோதிலும், சிலவகை நுண்ணுயிர்களின் செயல்கள் உணவுப்பொருள் சிதைவடைவதற்கும் நோயுண்டாவதற்கும் காரணமாயிருக்கின்றன. எனவே பல்வேறு வகையான நுண்ணுயிர்களைக் கொல்வதும் அல்லது அவற்றின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தி அவற்றின் அழிவுச்செயல்களைத் தடுப்பதும் இன்றியமையாததாகிறது. இதற்கான இலக்குகள் இரண்டு (1) நோயூக்கிகளை அழித்து அவை பரவுவதைத் தடுத்தல் (2) நீர், உணவு மற்றப் பொருட்கள் ஆகியவற்றின் தூய்மையைக் கெடுக்கும் நுண்ணுயிர்களை நீக்குதல் அல்லது அவற்றின் எண்ணிக்கையைக் குறைத்தல். ஆனால் நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லும் அல்லது கட்டுப்படுத்தும் எந்த முறையும், நன்மை செய்யும் நுண்ணுயிர்கள், தீமை புரியும் நுண்ணுயிர்கள் என்று வேறுபடுத்திப் பார்த்துச் செயல்புரிவதில்லை. பொதுவான முறையிலேயேச் செயல்புரிகின்றது. நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் பொதுவாக இருவகைப்படும். ஒன்று இயற்பியல் சக்திகளைப் பயன்படுத்துவது (physical methods). மற்றொன்று வேதிப் பொருட்களைப் பயன்படுத்துவது (chemical methods) இம்முறைகள் அனைத்தும் நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு ஒவ்வாத இயற்பியல் சக்திகள் (physical agents) அல்லது அவற்றிற்குத் தீங்கு செய்யும் வேதிப்பொருட்களின் செயலுக்குட்படுத்துவதின் மூலம், அவற்றின் வளர்ச்சியைத் தடுத்தல் அல்லது முழுமையாக அழித்தல் என்ற அடிப்படையிலமைந்தவை.

நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் அல்லது கொல்லும் தன்மைகளைக் குறித்த சில குறிச்சொற்கள் (Terms) பற்றிய விளக்கங்களைக் காண்பது மிகவும் முக்கியமானது; ஏனெனில் தொற்று நோய்க்கிருமியகற்றி (disinfectant) மற்றும் சீழ்பிடித்தலெதிர்ப்பொருள் (antisepsis) போன்றவை பெரும்பாலும் பெரிய வேறுபாடில்லாதவை போன்றுத் தளர்வாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் எந்தவொரு முறையும் ஒரு நுண்ணுயிரைக் கொல்வதோ அல்லது கட்டுப்படுத்துவதோ வெவ்வேறுச் சூழலுக்கேற்ப மாறுபடும் என்ற காரணத்தால் இந்தக் குறிச்சொல் விளக்கங்களை (Definition of Terms) வரையறுத்தல் மேலும் சிக்கலாக்குகிறது. நுண்ணுயிர்களை உணவுப்பாத்திரங்கள், அறுவை சிகிச்சை உபகரணங்கள் போன்றவற்றிலிருந்து நீக்குதல் அல்லது கட்டுப்படுத்துதல் என்பது முக்கியமான ஒன்றாகும். சிலநேரங்களில் அனைத்து நுண்ணுயிர்களையும் ஒரு பொருளிலிருந்து நீக்குதல்

அவசியம். மற்ற சில நேரங்களில் நுண்ணுயிர்களை ஓரளவிற்கு மட்டுமே அழித்தல் போதுமானது.

நுண்ணுயிரழிப்பு (Sterilization)

ஒரு பொருள் அல்லது வாழிடத்திலிருந்து அனைத்து உயிர்ச்செல்கள், உயிர்வித்துக்கள் (spores), வைரஸ்கள் மற்றும் வைராய்டுகள் ஆகியவற்றை முற்றிலும் அழிக்கும் அல்லது நீக்கும் முறைக்கு நுண்ணுயிரழிப்பு (sterilization) என்று பெயர் (இலத்தீன் மொழியில் ஸ்டெரிலிஸ் (sterilis) என்றால் சந்ததிகளை உருவாக்கஇயலாமை அல்லது வெறுமையாக்குதல் என்று பொருள்). ஒரு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்பட்ட பொருள் (sterile object) நுண்ணுயிர்கள், நுண்ணுயிர் வித்துக்கள் மற்றும் நோயூக்கிகள் எதுவுமற்ற பொருளாகும். நுண்ணுயிரழிப்பு, ஒரு வேதிப்பொருளால் செய்யப்பட்டால், அந்த வேதிப் பொருளுக்குக் கிருமியகற்றி (sterilant) என்று பெயர். மாறாக தொற்றுத்தடை செய்தல் (disinfection) என்பது நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லுதல், தடை செய்தல் அல்லது நீக்குதலாகும். அப்போது முக்கிய இலக்கு நோயூக்கிகளை அழிப்பதாக இருந்தாலும், மற்ற நுண்ணுயிர்களும் பெருமளவு குறைக்கப்படுகின்றன. தொற்றுத்தடைப் பொருட்கள் (Disinfectants) என்பவை பொதுவாக தொற்றுத்தடையுண்டாக்கும் வேதியக் காரணிகளாகும். அவை உயிரற்றப் பொருட்களின் மீதே பொதுவாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் ஒரு தொற்றுத்தடைப் பொருள், ஒரு நுண்ணுயிரகற்றியல்ல. ஏனெனில் அது உயிர் வித்துக்கள் மற்றும் சிலவகை நுண்ணுயிர்களை நீக்கவல்லதல்ல. துப்புரவாக்குதல் (sanitization) என்பது தொற்றுத்தடை செய்தலுடன் நெருங்கியத் தொடர்புடையது. துப்புரவாக்குதலில் நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கையானது பாதுகாப்பான பொதுசுகாதார அளவிற்குக் குறைத்தல் செய்யப்படுகிறது. அப்போது உயிரற்றப் பொருட்கள் சுத்தம் செய்யப்படுவதுடன் கிருமித்தடையும் செய்யப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக துப்புரவாக்கிகள் (sanitizers) உணவுச் சாலைகளில் கையாளப்படும் பொருட்களின் மீது உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

பெரும்பாலான நேரங்களில் உயிருள்ளத் திசுக்களில் நுண்ணுயிர்களை வேதிப்பொருட்களின் மூலம் கட்டுப்படுத்துதல் அவசியமாகிறது. சீழ்பிடித்தலெதிர்ப்பு அல்லது அழுகலெதிர்ப்பு (antisepsis) என்பது (கிரேக்க மொழியில் ஆன்டி (anti) என்றால் எதிராக என்றும் செப்சிஸ் (sepsis) என்றால் அழுகல் என்றும் பொருள்) சீழ்பிடித்தலெதிர்ப்பொருட்கள் (அ) அழுகலெதிர்ப்புப் பொருட்கள் (antisepsis) மூலம் நோய்த்தாக்குதல் அல்லது அழுகலைத் தடுக்கும் முறையாகும். அவைத் திசுக்களின் மீது நோய்த்தாக்கம் ஏற்படுவதைத் தடுக்க உபயோகப்படுத்தப்படும்

வேதிப்பொருட்களாகும்; அவை நோயூக்கிகளைக் கொல்வது அல்லது அவற்றைத் தடைசெய்வது ஆகிய செயல்களுடன் நுண்ணுயிர்த் தொகையைக் குறைக்கவும் செய்கின்றன. பொதுவாக அவை ஓம்புயிர்த்திசுக்களை மிகவும் பாதிக்கச் செய்யக்கூடாதவையாகயிருக்க வேண்டுமென்பதால், இந்த சீழ்பிடித்தலெதிர்ப் பொருட்கள் (அ) அழுகலெதிர்ப்புப் பொருட்கள், தொற்றுத் தடைபொருட்கள் அளவிற்கு நச்சுத்தன்மையுள்ளவையல்ல.

நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள் வகைகளைக் குறிக்க சிலசொல் பின்னொட்டுக்கள் (suffixes) உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு உயிரைக் கொல்லும் பொருட்களைக் குறிக்கும் சொற்கள் பெரும்பாலும் நாசினி (cide) என்ற பின்னொட்டினைப் பெற்றிருக்கும். (இலத்தீன் மொழியில் cide என்றால் கொல்லுதல் என்று பொருள்). ஒரு கிருமி நாசினி (germicide) என்பது நோயூக்கிகளை கொல்லும் தன்மையுள்ளது. அதே சமயம் நோயுண்டாக்காத நுண்ணுயிர்களையும் கொல்லக்கூடியது. ஆனால் உள்வித்துக்களை (endospores) அழிக்க வல்லவையாக இருக்க வேண்டுமென்பதில்லை. ஒரு தொற்றுத்தடைப்பொருள் ஒருகுறிப்பிட்ட வகை உயிரினத்திற்கு எதிராகச் சிறப்பாக செயல்படுபவையாக இருக்கக்கூடும். அப்போது அவை பாக்டீரிய நாசினி (bactericide) பூஞ்சை நாசினி (Fungicide) ஆல்கா நாசினி (algicide) அல்லது வைரஸ்நாசினி (viricide) என அழைக்கப்படும். ஆனால் மற்ற சில வேதிப்பொருட்கள் நுண்ணுயிர்களைக் கொல்வதில்லை. மாறாக அவற்றின் வளர்ச்சியைத் தடைசெய்கின்றன. அத்தகைய வேதிக்காரணிகளை நீக்கும் பொழுது வளர்ச்சி மீண்டும் ஏற்படுகிறது. அவ்வாறு நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லாமல், வளர்ச்சியை நிறுத்தவல்ல வேதிப்பொருட்களுக்கு நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி நிறுத்திகள் (microbistatic) என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக, பாக்டீரியாவின் வளர்ச்சியை நிறுத்துவன பாக்டீரியோஸ்டாடிக் (Bacteriostatic) அதாவது பாக்டீரிய வளர்ச்சி நிறுத்திகள் என்றும், பூஞ்சைகளின் வளர்ச்சியை நிறுத்துவனவற்றிற்கு ஃபஞ்சிஸ்டாடிக் (Fungistatic) அதாவது பூஞ்சைவளர்ச்சி நிறுத்திகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

நுண்ணுயிர் எதிரிகளாகக் கருதப்படும் காரணிகள் யாவும் சில பொதுவான செயல் முறைகளிலே செயல்பட்டு, நுண்ணுயிர்களை அழிக்கவோ அல்லது அவற்றின் வளர்ச்சியை நிறுத்தவோ செய்கின்றன. அம்முறைகள் பின்வருமாறு :

1. **செல்சுவரைத் தாக்கியழித்தல்** : சிலவகை வேதிப்பொருட்கள் நுண்ணுயிர்களின் செல்சுவரைக் கரைத்து விடுவதனால் புரோட்டோப்பிளாசம் வெளியேறி செல் இறந்துவிடுகின்றது. வேறு சில வேதிப்பொருட்கள்

நுண்ணுயிர்களின் செல்சுவர் தோன்றுவதையே தடுத்துவிடுவதால் செல்லின் உட்சோறு நிலையான உருவத்தில் இருக்கவியலாமல் செல் கரைந்து விடுகின்றது (lysed). பென்சிலின் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள் மருந்துகள் இம்முறையில் செயலாற்றுகின்றன.

2. **செல்லின் சவ்வூடு விடும் தன்மையை அழித்தல் :** பினால் (phenol) கூட்டுப்பொருள்கள், சோப்புகள் மற்றும் இதர மாசுநீக்கிகள் (detergents) செல்லின் படலங்களைத் (membrane) தாக்கி அதன் சவ்வூடு விடும் தன்மையைக் (permeability) கெடுத்து விடுவதால், செல்லின் உட்சோறு வெளியேறி செல் இறக்கக் காரணமாகின்றன.

3. **புரோட்டோப்பிளாசத்தின் குழைமத் தன்மையைக் கெடுத்தல் :** மிகுதியான வெப்பம் போன்ற பௌதிகச் சக்தியும், சாராயம் (alcohol) போன்ற வேதிப்பொருளும், செல்புரதத்தின் இயற்கை நிலையை அழித்து செயலிழக்கச் செய்து (denatured) கூழ்மை (coagulate) யாக்கி விடுகின்றன. இதனால், புரோட்டோப்பிளாசத்தின் குழைமத் தன்மை (colloidal nature) அழிந்து செல் இறக்க நேரிடுகின்றது.

4. **நொதிகளின் செயல்கள் தடுக்கப்படுதல் :** நுண்ணுயிர்களின் சக்தி ஈனும் நொதிகளின் செயல்கள் தடுத்து நிறுத்தப்பட்டால் செல்களில் உயிர்ச் செயல்கள் நிகழமாட்டா. இந்நிலை தொடர்ந்தால் செல்கள் செயலிழக்க நேரிடும். எடுத்துக்காட்டாக, சையனைடுகள் (cyanides) சைட்டோ குரோம்களையும், ஃப்ளூரைடு (fluoride) கிளைகாலிசிஸ் (glycolysis) செயல்முறையையும் தடுத்து நிறுத்துகின்றன.

5. **ஆக்கச் செயல்களில் தலையிட்டு அழித்தல் :** சில வேதிப்பொருள்கள் நுண்ணுயிர்ச் செல்லின் ஒரு ஆக்கச் செயலின் குறிப்பிட்ட நிலையில் அல்லது நிலைகளில் தலையிட்டு அழிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு ஃபோலிக் அமிலம் (folic acid) இன்றியமையாதது. இதனைத் தயாரிக்கும் ஆக்கச் செயலில் பாரா அமினோபென்சாயிக் அமிலம் (para amino benzoic acid) தேவைப்படுகின்றது. ஆனால், இதைப்போன்ற வேதியமைப்புள்ள சல்பனிலமைடு (sulfanilamide) பாரா அமினோபென்சாயிக் அமிலத்திற்குப் பதிலாக ஆக்கச் செயல் புரியும் என்சைமுடன் சேர்ந்து, ஃபோலிக் அமிலம் தயாரிப்பதைத் தடுத்து அந்த நுண்ணுயிரின் வளர்ச்சியைத் தடைபடுத்துகிறது. இவ்வாறு ஆக்கச் செயல்களில் தலையிடும் வேதிப் பொருள்கள் ஆக்கச் சிதைவுச் செயல் எதிரிகள் (antimetabolites) எனப்படுகின்றன.

நுண்ணுயிர் இறப்பு விகித முறை (The Pattern of Microbial Death)

ஒரு நுண்ணுயிர்க்கொல்லியினால் நுண்ணுயிர்த்தொகை மொத்தமாகக் கொல்லப்படுவதில்லை. மாறாக, நுண்ணுயிர்த்தொகை அழிவு, நுண்ணுயிர்த் தொகை வளர்ச்சியைப் போன்றே மடக்கையில் அல்லது அடுக்கில் (exponential or logarithmic) ஏற்படுகிறது. அதாவது மாறாத இடைவெளிகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கையளவு தொடர்ந்து குறையும். இதை படம் 1-ல் காட்டப்பட்டுள்ள நுண்ணுயிர் அழிவுமுறை வரைபடம் மூலம் விளக்கலாம். நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைக்கப்பட்ட நிலையில் இந்த இறப்பு வேகம் குறையக்கூடும். ஏனெனில் சில நுண்ணுயிர்கள் எதிர்ப்புத்தன்மை பெற்று உயிர் பிழைக்கக்கூடும்.

ஒரு நுண்ணுயிர்க்கொல்லியின் செயல் திறனை ஆய்வு செய்ய வேண்டுமென்றால், அதனால் எந்தவகை நுண்ணுயிர் எப்பொழுது கொல்லப்படுகிறது என்று தெரிய வேண்டும். இது எளிதான செயலல்ல. ஒரு பாக்டீரியத்தின் நாடித்துடிப்பையறிவது என்பது இயலாத ஒன்று. ஒரு பாக்டீரியம் அதன் வளர்ச்சிக்குகந்த வளர்ப்பு ஊடகத்தினுள் செலுத்தப்பட்ட பின்னும் அது வளர்ச்சியடையவில்லை என்றால் அது இறந்து விட்டதாகக்கருதலாம். அதுபோலவே, ஒரு வைரஸின் செயலற்றத் தன்மையும் அது ஒரு ஓம்புயிரியைத் தாக்கயியலாத் தன்மையிலிருந்து அறியலாம்.

நுண்ணுயிர் எதிர்ப்புப் பொருட்களின் செயல்திறனைப் பாதிக்கும் நிலைகள் (Conditions Influencing the effectiveness of Antimicrobial Agent Activity)

நுண்ணுயிர்களை அழித்தல் மற்றும் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியைத் தடுத்தல் ஆகியன எளிதான செயல்களல்ல. ஏனெனில் நுண்ணுயிர் எதிர்ப்புப்பொருட்கள் (antimicrobial agents) அதாவது நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லும் அல்லது நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் காரணிகள் குறைந்தது கீழ்க்கண்ட ஆறுகாரணிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

1. நுண்ணுயிர்த்தொகை (Population size)
2. நுண்ணுயிர்த் தொகுப்பு (Population composition)
3. நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருளின் அடர்த்தி மற்றும் செறிவு (Concentration or intensity of antimicrobial agents)
4. நுண்ணுயிர்கள் தாக்கப்படும் காலஅளவு (Duration of exposure)
5. வெப்பநிலை மற்றும்
6. குறிப்பிட்டச் சூழல் (local environment)

இயற்பியல் முறைகளில் நுண்ணுயிர் நீக்கம்
(The use of physical methods in Microbial control)

பொதுவாக உபயோகப்படுத்தப்படும் இயற்பியல் காரணிகளாவன 1) ஈரப்பத வெப்பம் 2) உலர் வெப்பம் 3) குறைந்த வெப்பநிலை 4) உலர்வித்தல் (desication) 5) வடிகட்டுதல் 6) கதிர்வீச்சுகள்

1. மிகுந்த வெப்பநிலைக்குட்படுத்துதல் :

வெப்பப்படுத்துதல் நுண்ணுயிர்களைக் கொல்ல உபயோகப்படுத்தப்படும் ஒரு பிரசித்திபெற்ற முறையாகும். ஈரப்பதமுள்ள வெப்பம் (moist heat) அல்லது உலர் வெப்பம் (dry heat) உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

ஈரப்பதமுள்ள வெப்பம் வைரஸ்கள், பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பூஞ்சைகளை உடனடியாகக் கொல்கிறது. கொதிநீரில் 10 நிமிடத்திற்கு வைத்திருத்தல் பெரும்பாலான வளரும் செல்களையும் (vegetative cells) மற்றும் உட்கருவுடையவற்றின் வித்துக்களையும் கொல்வதற்குப் போதுமானது. ஆனால் துரதிஷ்டவசமாக கொதிநீர் (100^0C) வெப்பம் பாக்டீரிய உள் வித்துக்களைக் கொல்ல இயலாது. எனவே நீரைக் கொதிக்க வைத்தல் என்பது கிருமிநீக்கம் செய்வது அல்ல.

அதிக வெப்பம் நுண்ணுயிர்களைக் கொல்ல உபயோகப்படுவதால், இதை வெப்ப இறப்புப்புள்ளி (Thermal Death Point, TDP) என்பதின் மூலம் அளவிடப்படுகிறது. இது நுண்யிர்களை 10 நிமிடங்களில் கொல்லக்கூடிய மிகக்குறைந்த வெப்ப அளவாகும். வெப்ப இறப்பு நேரம் (Thermal Death Time) என்பது நுண்ணுயிர்களை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கொல்லத் தேவைப்படும் நேரமாகும். பதின்மக் குறைப்பு நேரம் (Decimal Death Time D) அல்லது டி அளவு ('D' value) என்பது ஒருமாதிரியிலுள்ள 90 சதவிகித நுண்ணுயிர்கள் அல்லது நுண்ணுயிர் உள்வித்துக்களை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப அளவில் கொல்லத் தேவைப்படும் நேரமாகும்.

பாக்டீரிய உள்வித்துக்களைக் கொல்ல ஈரப்பதமுள்ள வெப்பப்படுத்துமுறை 100^0C க்கு மேல் அழுத்தநிலையில் நீராவியை உபயோகப்படுத்த வேண்டும். இத்தகைய அழுத்த நிலையில் நீராவியையுண்டாக்கும் கலன்கள் அழுத்த நீராவிக்கலன்கள் (autoclaves) எனப்படுகின்றன. இவை ஒருவகை சிறப்பமைந்த அழுத்த சமையற்கலன்களாகும் (pressure cookers). இவற்றைப் பயன்படுத்தியே நுண்ணுயிர் ஆய்வகங்களில் வளர்ப்பு ஊடகங்களிலும் மற்ற பொருட்களிலும்

நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்படுகின்றது. பெரும்பாலும் நீராவி 15 பவுண்டு அழுத்தத்திலேயே (121°C) பயன்படுத்தப்படுகிறது. நுண்ணுயிரகற்றப்படும் பொருட்களுக்கேற்றவாறு வெவ்வேறு காலஅளவிற்கு அவை இவ்வெப்பநிலைக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. ஈரப்பதமுள்ள அதிகவெப்பம் நுண்ணுயிர்களை அவற்றின் நியூக்ளிக் அமிலங்களைச் சிதைப்பதின் மூலமும், நொதிகள் மற்றும் புரதங்களை அவற்றின் தன்மையை மாற்றுவதின் மூலமும் கொல்கிறது.

பால் போன்ற பல பொருட்கள் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட கொதிநிலைக்கு கீழான வெப்பத்தில் வைக்கப்படும் முறைக்கு பாஸ்டியர் முறை அல்லது காய்ச்சித் தூயவாக்கம் (Pasterurization) என்று பெயர். பாலை இரண்டு முறைகளில் காய்ச்சித் தூயவாக்கம் செய்யலாம். முதலாவது, பழைய முறையான 60°C யில் 30 நிமிடத்திற்கு காய்ச்சுதல். இரண்டாவது திடீர் காய்ச்சித் தூயவாக்கம் (Flash Pasteurization) அல்லது உயர்வெப்ப குறுகிய கால காய்ச்சித் தூயவாக்கம் (High-Temperature Start - Term, HTST Pasterurization) என்பதாகும். இம்முறையில் 72°Cயில் 15 வினாடிகளுக்குக் காய்ச்சப்படுகிறது. வெகுவெப்ப தூய்மையாக்கம் என்பது (Ultra High Temperature (UHT) sterilization). பால் மற்றும் பால் பொருட்களை 140 முதல் 150°C வரை 1 முதல் 3 நொடி வரை வைத்து தூய்மையாக்குவதாகும்.

2. உலர்வெப்பத்திற்குட்படுத்துதல் (dry heat sterilization)

பல பொருட்கள் நீரில்லாத நிலையில் உலர் வெப்பத்தூய்மையாக்கல் முறையில் தூய்மையாக்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் தூய்மையாக்கப்பட வேண்டிய பொருட்கள் 160 முதல் 170°C வெப்பத்தில் 2 முதல் 3 மணி நேரத்திற்கு வைக்கப்படுகின்றன. நுண்ணுயிர்கள் அவற்றின் செல்பொருட்களின் ஆக்ஸிகரணத்தாலும் புரோட்டீன்கள் நிலை மாறுவதாலும் இறக்கின்றன. இம்முறையில் கண்ணாடிப்பொருட்கள் மற்றும் அதுபோன்ற வெப்பம் தாங்கும் பொருட்கள் தூய்மைப்படுத்தப்படுகின்றன.

3. குளிர் வெப்பநிலைக்குட்படுத்துதல் (Freezing and Refrigeration)

நுண்ணுயிர் நீக்கத்தில் நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லுதல் முதன்மையான நோக்கமாக இருந்தாலும், அவற்றின் வளர்ச்சி மற்றும் இனப்பெருக்கத்தை உறையவைத்தல் அல்லது குளிர்வித்தல் மூலம் கட்டுப்படுத்துதல் ஒரு சிக்கலற்ற முறையாகும். இம்முறை உணவுப்பொருள் நுண்ணுயிரியலில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. பொருட்களை -20°Cக்கு அல்லது அதற்கு குறைவான வெப்பநிலைக்குக் கொண்டு செல்லும் போது அது நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியைத்

தடுக்கிறது. பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்களை 4°C க்கு கீழே குளிரூட்டும் போது (refrigeration) அவற்றின் வளர்ச்சி மற்றும் இனப்பெருக்கம் தடைசெய்யப்படுகிறது.

4. உலர்வித்தல் (Dessication)

உயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு நீர் மிகவும் அவசியமானது. செல்களில் நீர் குறைந்தால் அவற்றின் உயிர்ச் செயல்கள் தடைப்படுகின்றன. பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்ச் செல்களை உலரவிட்டால் அவை அழிந்துவிடுகின்றன. சில கிராம்-ஒப்பா உருண்டை வடிவ பாக்டீரியாவை (கோனோ காக்சை, மெனிஞ்சோ காக்சை போன்றவை) உலரவிட்டால், ஒருசில மணி நேரத்தில் இறந்துவிடுகின்றன. ஆனால், சயக்கிருமிகள் உலர்ந்த நிலையிலும் நீண்ட காலம் உயிருடன் இருக்கவல்லவை. பாக்டீரிய வித்துக்களும் இத்தகையனவே.

நுண்ணுயிர்களை, அடர்த்தி மிகுந்த உப்பு அல்லது சர்க்கரைக் கரைசல்களில் வைப்பதன் மூலம், செல்களிலுள்ள நீர் சவ்வூடு பரவல் தன்மை (Osmosis) யால் வெளியேயற்றப்பட்டு அவை உலர்ந்துவிடுகின்றன. சுமார் 10லிருந்து 15 சதவிகித உப்புக் கரைசலிலும் 50 லிருந்து 70 சதவிகித சர்க்கரைக் கரைசலிலும் பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சி நிறுத்தப்பட்டுவிடுகின்றது. இத்தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தியே பல உணவுப் பொருள்களைச் சேமித்து வைக்க உப்பிடல் (salting) முறையும், சர்க்கரைப் பாகில் (syrup) ஊற வைக்கும் முறையும் பின்பற்றப்படுகின்றது.

5. நுண்ணுயிர்களை வடிகட்டுதல் (Filtration)

வெப்பந்தாங்காத திரவப் பொருள்களில் நுண்ணுயிரகற்ற, அவை சுமார் ஒரு மைக்ரான் அளவுள்ள துளைகளுள்ள பாக்டீரிய வடிகட்டிகள் (bacterial filters) மூலம் செலுத்தப்படுகின்றன. நுண்ணுயிர்ச் செல்கள் (ஒரு மைக்ரான் அளவுக்கு மேலுள்ளவை) வடிகட்டப்பட்டுவிடுகின்றன. அஸ்பெஸ்டாஸ் (asbestos) பொருளிலான சீட்ஸ் (seitz) வடிகட்டியும், போர்சலைன் (porcelain) பொருளாலான சேம்பர்லான்ட்-பாஸ்டியர் (Chamberland-Pasteur) வடிகட்டியும், ஒருவகை (diatomaceans earth) மண்ணினாலான பெர்க்ஃபெல்டு (Berkfeld) வடிகட்டியும், கண்ணாடிச் சல்லடை (sintered glass) வடிகட்டியும் இத்தகையனவாகும். மிகக்குறைந்த பருமனுள்ள பாக்டீரியா, ரிக்கட்சியா முதலியவற்றை வடிகட்ட 0.01 மைக்ரான் துளையுள்ள சவ்வுச் சல்லடை (membrane filter) களும் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

6. கதிர்வீச்சுக்களைப் பயன்படுத்துதல் (Radiation)

நுண்ணுயிர்களுக்குக் கேடு விளைவிக்கும் கதிர்வீச்சுக்கள் எக்ஸ்-கதிர்கள், காம்மா கதிர்கள் (gamma rays), கேதோடு கதிர்கள் (cathode rays), புறஊதாக்கதிர்கள் (ultra violet rays) போன்றவையும், அல்ட்ராசோனிக் அலைகள் (ultrasonic waves) போன்றவையுமேயாகும். இவைகளைப் பயன்படுத்துவதனால், உயிரகற்றப்படும் பொருளில் வெப்பமேதும் உண்டாவதில்லை. வெப்பந் தாங்காப் பொருள்களில் உயிரகற்ற இம்முறை பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது குளிர்ந்த உயிரகற்றல் (cold sterilization) முறை எனக்கூறப்படுகின்றது. கதிர்வீச்சுக்கள் பொதுவாக நுண்ணுயிர்ச் செல்களின் புரதங்களையும், நியூக்ளியகப் பொருளையும் தாக்குவதால், அக்கதிர்களின் சக்தியளவிற்கேற்ப நுண்ணுயிர்ச் செல்களில் என்சைம்களின் அழிவோ, திடீர் மாற்றங்களோ (mutations), மரணமோ ஏற்படுகின்றது.

வேதியப் பொருட்களைப் பயன்படுத்துதல் (Use of chemical Agents)

வேதிப்பொருட்கள் பெரும்பாலும் தொற்றுநோய்க்கிருமியகற்றிகளாகப் (disinfectants) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஏனெனில் அவற்றால் நுண்ணுயிர்களின் உள்வித்துக்களை (endospores) அழிக்க இயலாது. அத்தகைய தொற்றுநோய்க்கிருமியகற்றிகளின் செயல்திறன் அவற்றின் அடர்த்தி, உபயோகப்படுத்தப்படும் காலஅளவு, வெப்பநிலை மற்றும் கரிமப் பொருட்கள் போன்றவற்றால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

1. பீனால் பொருட்கள் (phenolics) மற்றும் ஆல்கஹால்கள் (alcohols) மிகவும் அறியப்பட்ட தொற்றுநோய்க்கிருமியகற்றிகள். அவை புரதங்களின் தன்மையை மாற்றுதல் மற்றும் செல்படலங்களைச் சிதைத்தல் ஆகியவற்றின் மூலம் செயல்புரிகின்றன.

2. ஹாலோஜன்கள் (அயோடின் மற்றும் குளோரின்) நுண்ணுயிர்களை அவற்றின் செல்பொருட்களை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்வதின் மூலம் கொல்கின்றன. இதற்கு அயோடின் டிங்க்சர் அல்லது அயோடோஸ்போர் என்ற வகையில் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. குளோரினை நீரில் வாயுவாகவோ, ஹைப்போகுளோரைடாகவோ அல்லது கரிமக்குளோரின் பொருட்களாகவோ கலக்கலாம்.

3. கனஉலோகங்களும் (Heavy metals) அவற்றின் கூட்டுப்பொருட்களும்

பாக்டீரிய வளர்ச்சியைத் தடுப்பனவாகும் (Bacteriostatic). எடுத்துக்காட்டாக சில்வர் நைட்ரேட் பிறந்த குழந்தைகளின் கண்களிலும், காப்பர் சல்பேட் ஏரிகள், குட்டைகளிலும் இதற்காக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது.

4. நேர்மின்ம சோப்புகள் அல்லது மாசுநீக்கிகள் (Cationic detergents) தொற்றுநோய்க்கிருமி நீக்கிகளாகவும், சீழெதிர்ப்புப் பொருட்களாகவும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. அவை செல்படலங்களைச் சிதைத்தும், புரதங்களின் தன்மையை மாற்றியும் செயல்படுகின்றன.

5. ஃபார்மால்டிஹைஹடுகள், கிளிசரால்டஹைஹடுகள் போன்ற ஆல்டிஹைஹடுகள், உள்வித்துக்களைக் கொல்வதால் அவைத் தொற்றுநோய்க் கிருமியகற்றியாகவும், நுண்ணுயிர் நீக்கியாகவும் செயல்படுகின்றன.

6. எதிலீன் ஆக்ஸைடு வாயுவானது பிளாஸ்டிக்கினால் சுற்றப்பட்ட பொருட்களினுள் ஊடுருவி அவற்றினுலுள்ள நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லப் பயன்படுகிறது. இது வெப்பம் தாங்காத கட்டும் பொருட்களை (Packaging materials) தூய்மையாக்கப்பயன்படுகிறது.

7. மேலும் பலவகை நுண்ணுயிர் எதிர்மருந்துகள் (பென்சிலீன் போன்றவை), ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு, நான்கிணைப்பு அம்மோனியம் கூட்டுப்பொருட்கள் (Quarternary ammonium compounds) போன்றவையும் கிருமி நீக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

6

நுண்ணுயிர் வளர்சிதை மாற்றம்
(Microbial Metabolism)

வளர்சிதை மாற்றம் என்பது செல்லினுள் நடைபெறும் அனைத்து வேதிய வினைகளின் தொகுப்பாகும். சக்தி பரிமாற்றம், மாற்றம் நொதிகளின் இயக்கம் ஆகியவை வளர்சிதை மாற்றம் ஏற்பக் காரணிகளாகின்றன. வளர்சிதை மாற்றத்தை வளர்ச்சிமாற்றம் (Anabolism) மற்றும் சிதைவு மாற்றம் (Databolism) என்று இரண்டு பெரும் பகுதிகளாகப் பிரக்கலாம். வளர் மாற்றம் (Anabolism; கிரேக்க மொழியில் 'ana' என்றால் "மேல்நோக்கி" "up" என்று பொருள்) என்பது சாதாரணமான மூலக்கூறுகளிலிருந்து, சிக்கலான அமைப்புடைய கூட்டுப் பொருட்களை இணைவாக்கம் செய்தலாகும். மேலும் அது ஒரு வளர்மாற்ற வினைச் சக்தியை உபயோகித்து ஒரு அமைப்பின் வைப்பு முறையை (order of a system) அதிகப்படுத்துதலாகும். சிதை மாற்றத்தில் (Catabolism; கிரேக்க மொழியில் "cata" என்றால் "கீழே" என்றும், "ballein" என்றால் "வீசுதல்" என்றும் பொருள்) பெரிய மற்றும் சிக்கலான மூலக்கூறுகள் சிதைக்கப்பட்டு சிறிய மற்றும் சாதாரணமான (சிக்கலற்ற) மூலக்கூறுகளாக்கப்படுகின்றன. மேலும் அப்போது சக்தி வெளிப்படுகிறது. அவ்வாறு வெளிப்படும் சக்தியில் ஒரு பகுதி சேமிக்கப்பட்டு, பிற செயல்கள் புரிவதற்கு ஏதுவாக வைக்கப்படுகின்றது. எஞ்சிய ஆற்றல் வெப்பமாக வெளியேற்றப்படுகிறது. அவ்வாறு சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் வளர்மாற்றச் செயல்களுக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

நுண்ணுயிர்கள் பொதுவாக கீழ்கண்ட மூன்று சக்தி ஆதாரங்களில் ஏதேனும் ஒன்றை உபயோகப்படுத்துகின்றன என்று கொள்ளலாம். ஒளிவாழ்விகள் (அ) ஒளியிலிருந்து சக்தி பெறுபவை என்பன சூரியனின் கதிர் வீச்சிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றலைக் கவர்பவை (படம் 6.1). வேதியக் கரிம வாழ்விகள் (Chemogranotrophs) என்பன கரிமப் பொருட்களை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யும்போது ஏற்படும் ஆற்றலையும். வேதியக் கனிமவாழ்விகள் (Chemolithotrophs) என்பன கரிமச் சத்துப் பொருட்களையும் சக்தி ஆதாரங்களாகக் கொண்டவை. (படம் 6.1)

நுண்ணுயிர்கள் சக்தி ஆதாரங்களினடிப்படையிலன்றி, வேதிய் வாழ்விகளின் (Chemotrophs) எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளின் (electronreceptors) தன்மைகளைப் பொறுத்தும் வேறுபடுகின்றன. (படம் 6.2).

ஒளியிலிருந்து சக்தி பெறுதல்

ஒடுக்கம் பெற்ற கனிமப் பொருளை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்தல் மூலம் சக்தி பெறுதல்

ஒடுக்கம் பெற்ற கனிமப் பொருட்கள்

ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்பெற்ற கனிமப் பொருட்கள்

ஒடுக்கம் பெற்ற கனிமப் பொருளை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்தல் மூலம் சக்தி பெறுதல்

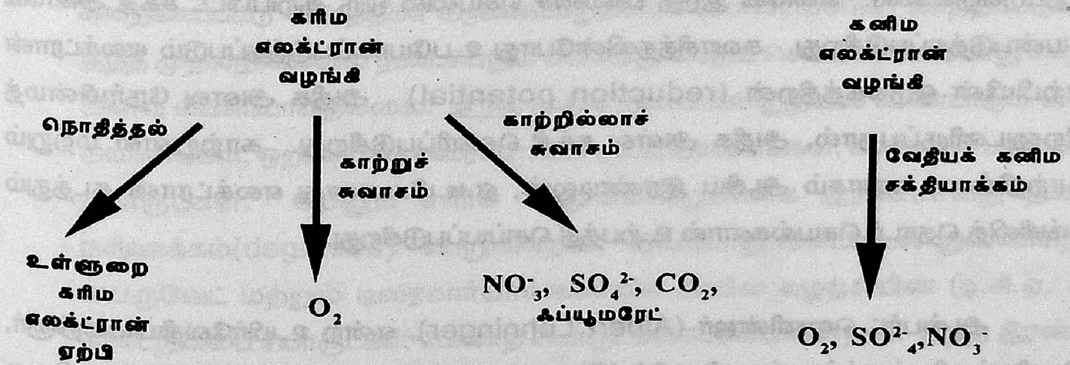
ஒடுக்கம் பெற்ற கனிமப் பொருட்கள்

ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்பெற்ற கனிமப் பொருட்கள்

வேதியச் சக்தி

செயலாற்றல்

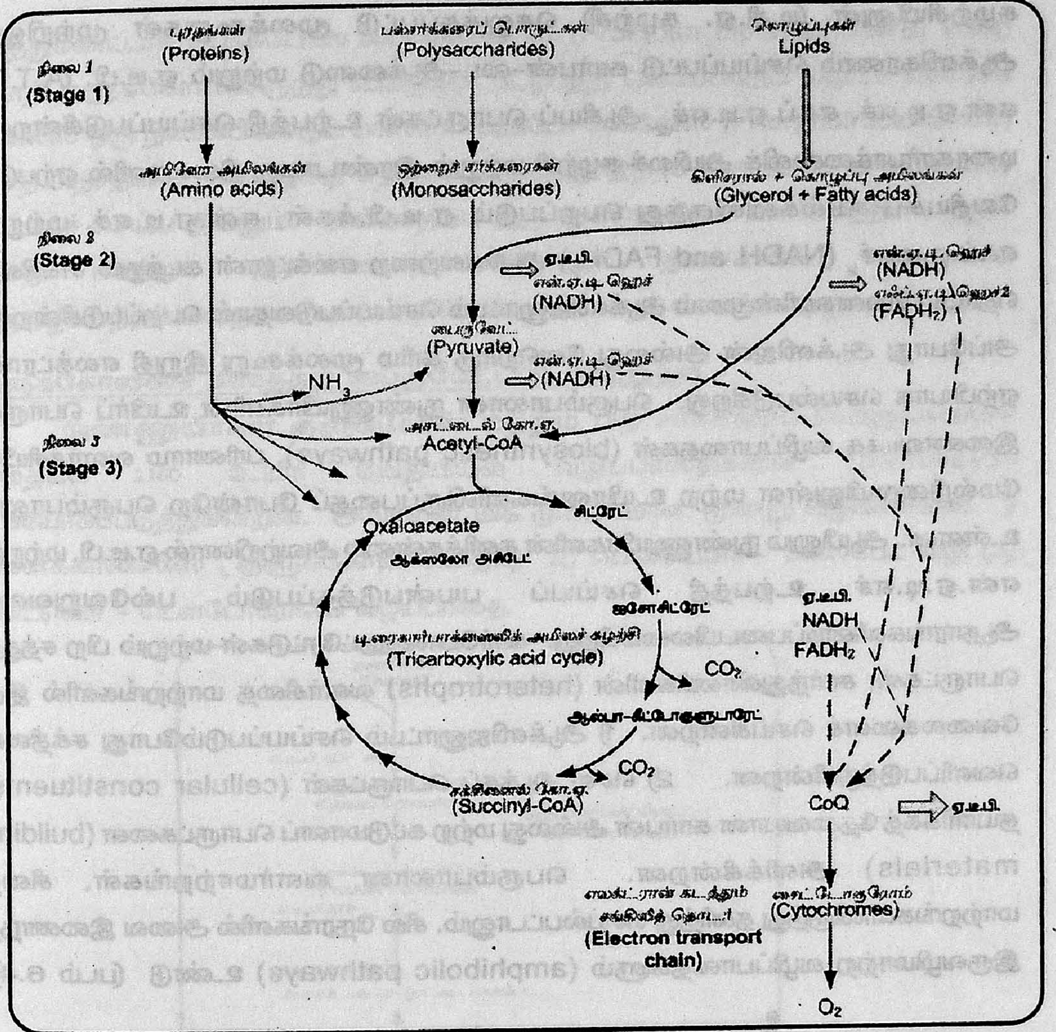
படம் 6.1 நுண்ணுயிர்களின் சக்தி ஆதாரங்கள்



படம் 6.2 சக்தி வெளியாக்கும் விதங்கள்

மூன்று பெரிய வகைகளான எலக்ட்ரான் ஏற்பிகள் உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றன. நொதித்தலில் (Fermentation; இலத்தீன் மொழியில் "fermentare" என்றால் "நொதிக்கச் செய்தல்" என்று பொருள்). ஒரு சக்தியளிக்கும் வினைப் பொருளானது ஒரு புறத்திற்பிறந்த (exogenous) அல்லது வெளியிலிருந்து பெறப்பட்ட எலக்ட்ரான் ஏற்பியின் பங்களிப்பின்றி ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்பட்டுச் சிதைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக ஒரு சிதைமாற்றத்தின்போது பைருவேட் போன்ற ஒரு இடைநிலை வினைப் பொருள் (intermediate product) எலக்ட்ரான் ஏற்பியாகச் செயல்படுகிறது. சாதாரணமாக நொதித்தலானது காற்றில்லா நிலையில் நிகழ்கிறது. ஆனால் சில நேரங்களில் ஆக்ஸிஜனுள்ள நிலையிலும் நிகழ்கிறது. பொதுவாக, சக்தி ஈனும் வளர்சிதை மாற்றம் வெளியிலிருந்து பெறப்பட்ட எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளை உபயோகப்படுத்துகிறது. இத்தகைய வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு "சுவாசித்தல்" என்று பெயர். இது இருவகைப்படும் ஒன்று ஆக்ஸிஜன் எலக்ட்ரான் ஏற்பியாகப் பெற்றுள்ள காற்றுள்ள நிலைச் சுவாசம்(aerobic respiration); மற்றொன்று வேறுவகையான எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளைப் பெற்றுள்ள காற்றில்லாச் சுவாசம் (anaerobic respiration). பெரும்பாலான நேரங்களில், காற்றில்லாச் சுவாசத்தில் இத்தகைய எலக்ட்ரான் ஏற்பிகள் NO_3^-, SO_4^{2-}, CO_2, Fe^{3+}, SeO_4^{2-} போன்ற கனிமப் பொருட்களாக இருக்கும். ஆனால் ஃபுயூமரேட் போன்ற கரிமப் பொருட்களும் சில நேரங்களில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. பெரும்பாலான சுவாச இயக்கங்கள் ஒரு எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடரைப் (Electron Transport Chain) பெற்றிருக்கும். நொதித்தல் மற்றும் சுவாசித்தலுக்கிடையேயான சக்தி அளவு பெருமளவு வேறுபடும். நொதித்தலில் உபயோகப்படுத்தப்படும் எலக்ட்ரான் ஏற்பியானது அதில் செயல்படும் சத்துப் பொருளைப் போன்ற அதே அளவு ஆக்ஸிஜனூட்ட நிலையைப் பெற்றிருக்கும். மேலும் அந்த சத்துப் பொருளின் ஆக்ஸிஜனூட்டநிலையில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. எனவே இந்த வினைச் செயலில் ஒரு குறிப்பிட்ட சக்தி அளவே பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுவாசித்தலின்போது உபயோகப்படுத்தப்படும் எலக்ட்ரான் ஏற்பியின் ஒடுக்கத்திறன் (reduction potential) அதிக அளவு நேர்மின்மத் திறனுடனிருப்பதால், அதிக அளவு சக்தி வெளிப்படுகிறது. காற்றுள்ள மற்றும் காற்றில்லா சுவாசம் ஆகிய இரண்டிலும், ஏ.டீ.பி.யானது எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர் செயல்களால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

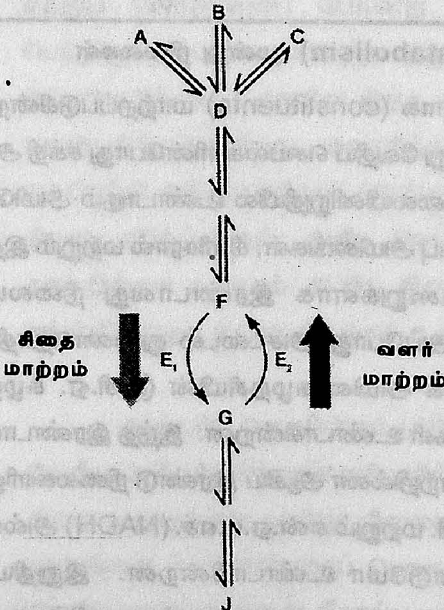
ஆல்பர்ட் லெனின்ஜர் (Albert Lehninger), என்ற உயிர்வேதியியலறிஞர், வேதியக்கரிமச்சார்ந்துண்ணிகளில் (Chmoorgano heterotrophs) காற்றுள்ள நிலை சிதை மாற்றத்தை மூன்று நிலைகளாகப் பிரித்தார். (படம் 6.3). முதல்நிலையில் புரதங்கள், பல்சர்க்கரைப் பொருட்கள் மற்றும் கொழுப்புப் பொருட்கள் போன்ற பெரிய மூலக்கூறுகள் நீரால்பகுத்தல் (hydrolysis) அல்லது வேறு வகைகளில்



படம் 6.3 சிதை மாற்றத்தின் (Catabolism) மூன்று நிலைகள்

சிதைக்கப்பட்டு அவற்றின் ஆக்கக்கூறுகளாக (constituents) மாற்றப்படுகின்றன. இந்த முதல்நிலையில் நடைபெறும் பல்வேறு வேதிய செயல்களின்போது சக்தி அதிக அளவு வெளியாவதில்லை. இந்த முதல் நிலையினிறுதியில் உண்டாகும் அமினோ அமிலங்கள், ஒற்றை சர்க்கரைகள், கொழுப்பு அமிலங்கள், கிளிசரால் மற்றும் இதரப் பொருட்கள். மேலும் எளிய மூலக்கூறுகளாக இரண்டாவது நிலையில் நசிவாக்கம்(degraded) பெறுகின்றன. அப்போது அசட்டைல் துணைநொதி-ஏ, பைருவேட் மற்றும் டிரைகார்யாக்ஸைலிக் அமில சுழற்சியின் (டி.சி.ஏ. சுழற்சி) இடைநிலைப் பொருட்கள் போன்ற பொருட்கள் உண்டாகின்றன. இந்த இரண்டாவது நிலை இயக்கங்கள் காற்றுள்ள அல்லது காற்றில்லா ஆகிய இரண்டு நிலைகளிலும் நிகழக்கூடும். மேலும் அப்போது சில ஏ.டீ.பி. மற்றும் என்.ஏ.டி.எச். (NADH) அல்லது எஃப்.ஏ.டி.எச்$_2$ ($FADH_2$) அல்லது இரண்டுமோ உண்டாகின்றன. இறுதியாக மூன்றாவது நிலையில் சத்துப் பொருளின் கார்பன் டிரைகார்பாக்ஸைலிக் அமில

சுழற்சியினுள் (டி.சி.ஏ. சுழற்சி) செலுத்தப்பட்டு மூலக்கூறுகள் முற்றிலும் ஆக்ஸிகரணம் செய்யப்பட்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு மற்றும் ஏ.டீ.பி. (A.T.P.) என்.ஏ.டி.எச். எஃப்.ஏ.டி.எச்$_2$ ஆகியப் பொருட்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. டிரைகார்பாக்ஸைலிக் அமிலச் சுழற்சி மற்றும் இரண்டாவது நிலைகளில் ஏற்படும் வேதியச் செயல்களிலிருந்து பெறப்படும் ஏ.டீ.பி.க்கள், என்.ஏ.டி.எச். மற்றும் எஃப்.ஏ.டி.எச்$_2$ (NADH and FADH$_2$) ஆகியவற்றை எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர் வினைகளின்மூலம் ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்படுவதால் பெறப்படுகின்றன. அப்போது ஆக்ஸிஜன் அல்லது வேறொரு கரிம மூலக்கூறு இறுதி எலக்ட்ரான் ஏற்பியாக செயல்படுகிறது. பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்களின் உயிர்ப் பொருள் இணைவாக்க வழிப்பாதைகள் (biosynthetic pathways), பரிணாம வளர்ச்சியில் மேல்நிலையிலுள்ள மற்ற உயிரனங்களிலிருப்பதைப் போன்றே பெரும்பாலும் உள்ளன. ஆயினும் நுண்ணுயிர்களின் தனித்தன்மை அவற்றினால் ஏ.டீ.பி. மற்றும் என்.ஏ.டி.எச் உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறுவகை ஆதாரங்களினடிப்படையிலமைகிறது. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் மற்றும் பிற சத்துப் பொருட்கள், சார்ந்துண்ணிகளின் (heterotrophs) வளர்சிதை மாற்றங்களில் இரு வேலைகளைச் செய்கின்றன. 1) ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்படும்போது சக்தியை வெளிப்படுத்துகின்றன. 2) செல் ஆக்கப் பொருட்கள் (cellular constituents) தயாரிக்கத் தேவையான கார்பன் அல்லது மற்ற கட்டுமானப் பொருட்களை (building materials) அளிக்கின்றன. பெரும்பாலான வளர்மாற்றங்கள், சிதை மாற்றங்களிலிருந்து தனித்து செயல்பட்டாலும், சில நேரங்களில் அவை இணைந்த இருவழிமாற்ற வழிப்பாதைகளும் (amphibolic pathways) உண்டு (படம் 6.4).

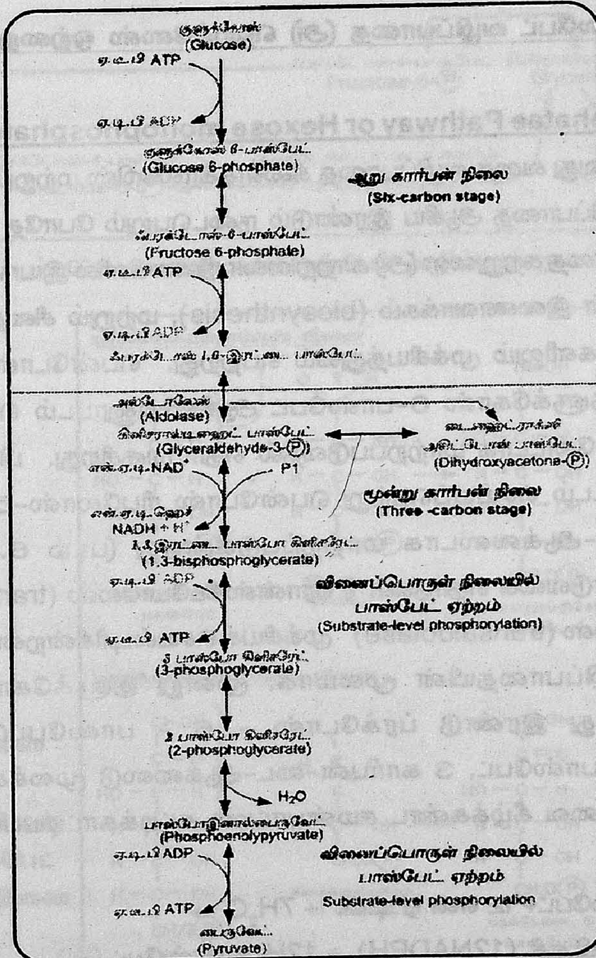


படம் 6.4 இருவழி வளர்சிதை மாற்றங்கள் (Amphibolic Pathway)
கிளைகாலிஸிஸ் போன்ற இருவழி வளர்சிதை மாற்றம் ஏற்படும் உயிர் வேதியியல் வழிப்பாதையின் எளிய வரைபடம். எடுத்துக்காட்டாக 'F' மற்றும் 'G' ஆகிய இடைநிலைப் பொருள்களிடையே ஏற்படும் இடைமாற்றம் இரண்டு தனித்தனி நொதிகளான 'E_1' மற்றும் 'E_2' ஆகியவற்றால் ஒன்று வளர்மாற்றத் திசையிலும் மற்றொன்று சிதை மாற்றத்திசையிலும் வினைபுரிவதின் மூலம் நிகழ்வதைக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

எடுத்துக்காட்டாக ஃப்ரக்டோஸ் பைபாஸ்படேஸ் (Fructose biphosphatase) என்ற நொதி குளுக்கோஸிலிருந்து பைருவேட் உற்பத்தி செய்யப்படும் தொடர் வினைச் செயலில் ஒரு நிலையியங்கும் பாஸ்போ-ப்ரக்டோ-கைனேஸ் (Phorphofructokinase) என்ற நொதியின் செயலுக்கு எதிர்வினைபுரிந்து இந்தச் செயலைப் பின்னோக்கி இயங்கச் செய்ய இயலும். அவ்வாறான இரு தனிநொதிகள் வளர்மாற்றம் மற்றும் சிதை மாற்றம் இரண்டையும் நேரெதிர் திசைகளில் உண்டாக்கி இருவழிமாற்றப்பாதைகளாகச் (amphibolic pathways) செயல்பட ஏதுவாகின்றன.

குளுக்கோஸைச் சிதைத்து பைருவேட்டாக மாற்றுதல்

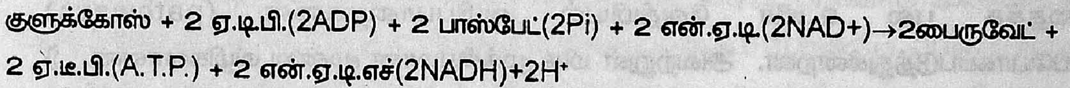
நுண்ணுயிர்கள் குளுக்கோஸ் மற்றும் பிற சர்க்கரைப் பொருட்களைச் சிதைக்க பல உயிர் வேதியியல் வழிப்பாதைகளை (pathways) உபயோகப்படுத்துகின்றன. அவற்றுள் மிக முக்கியமான மூன்று வழிகளாவன. 1) கிளைக்காலிஸிஸ் (குளுக்கோஸ் சிதைவு) 2) பென்டோஸ் - பாஸ்பேட் வழி (3) என்ட்னெர் - டௌடோரோஃப் வழிப்பாதை.

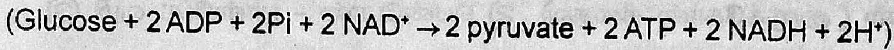


படம் 6.5 கிளைக்காலிஸ் (அ) குளுகோஸ் சிதைவு

(1) கிளைக்காலிஸிஸ் (அ) எம்ப்டென் - மேயெர்ஹோஃப் வழிப்பாதை (Glycolysis or Embden - Meyerhof Pathway)

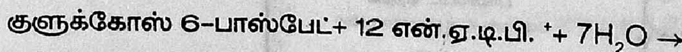
இது பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்களில் காணப்படும் பொதுவான குளுகோஸ் சிதைத்தல் வழிப் பாதையாகும். (கிரேக்க மொழியில் "glyco" என்றால் "சர்க்கரை", "Lysis" என்றால் "இலகுதல்" என்று பொருள்). இது ஆக்ஸிஜனுள்ள மற்றும் ஆக்ஸிஜனற்ற நிலைகளிலும் செயல்படுகிறது. இந்த வழிப் பாதையை இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். 1) ஆறுகார்பன்நிலை 2) மூன்று கார்பன் நிலை (படம் 6.5). இந்த வகை குளுக்கோஸ் சிதைவுப் பாதையைக் கீழ்க்கண்ட எளிய சமன்பாடு மூலம் காட்டலாம்.

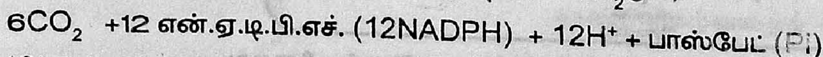

குளுக்கோஸ் + 2 ஏ.டிபி.(2ADP) + 2 பாஸ்பேட்(2Pi) + 2 என்.ஏ.டி(2NAD+)→2பைருவேட் + 2 ஏ.டீ.பி.(A.T.P.) + 2 என்.ஏ.டி.எச்(2NADH)+2H⁺

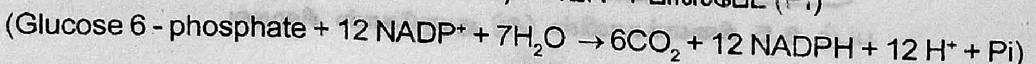

(Glucose + 2 ADP + 2Pi + 2 $NAD^+ \rightarrow$ 2 pyruvate + 2 ATP + 2 NADH + $2H^+$)

(2) பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழிப்பாதை (அ) ஹெக்ஸேஸ் ஒற்றைச் சர்க்கரை வழிப்பாதை (The Pentose Phosphatae Pathway or Hexose monophosphate pathway)

இந்த இரண்டாவது வகை வழிப்பாதை கிளைக்காலிஸிஸ் மற்றும் என்ட்னெர் - டெனடோரோஃப வழிப்பாதை ஆகிய இரண்டும் நடைபெறும் போதே நடைபெறக் கூடியது. இந்த வழிப்பாதை கற்றுளை (அ) காற்றில்லா நிலைகளில் இயங்கக்கூடியது. மற்றும் உயிர்ப்பொருள் இணைவாக்கம் (biosynthesis), மற்றும் சிதைவு மாற்றம் ஆகிய இரண்டு வகைகளிலும் முக்கியத்துவம் பெற்றது. பென்டோஸ்-பாஸ்பேட் வழிப்பாதையானது குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட் ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்பட்டு 6-பாஸ்போகுளுக்கோனேட்டாக மாற்றப்படுவதில் தொடங்குகிறது. பின்னர் அது மேலும் ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்பெற்று பென்டோஸ் ரிபுலோஸ்-5-பாஸ்பேட் மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடாக மாற்றப்படுகின்றது (படம் 6.6). இந்த வழிப்பாதையில் இரண்டுவகை நொதிகள் 1) டிரான்ஸ்கீட்டோலேஸ் (transketolase) 2) டிரான்ஸ்அல்டோலேஸ் (transaldolase) முக்கியச் செயல்புரிகின்றன (படம் 6.7). இறுதியாக இந்த வழிப்பாதையின் மூலமாக, மூன்று குளுக்கோஸ் - 6 - பாஸ்பேட்டுகளிலிருந்து இரண்டு ப்ரக்டோஸ் - 6 - பாஸ்பேட்டுகள், ஏடு கிளிசரால்டிஹைஹட் 3-பாஸ்பேட், 3 கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு மூலக்கூறுகள், 6 என்.ஏ.டி.பி.எச்.ஆகியவை கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டில் சுட்டிக்காட்டியபடி உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.


குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்+ 12 என்.ஏ.டி.பி. ⁺+ $7H_2O \rightarrow$


$6CO_2$ +12 என்.ஏ.டி.பி.எச். (12NADPH) + $12H^+$ + பாஸ்பேட் (Pi)


(Glucose 6 - phosphate + 12 $NADP^+$ + $7H_2O \rightarrow 6CO_2$ + 12 NADPH + 12 H^+ + Pi)

3NADP⁺ → 3NADPH⁺ + 3H⁺

3 glucose-6-Ⓟ → 3, 6-phosphogluconate → 3 ribulose-5-Ⓟ

$3H_2O$ $3CO_2$

3NADP⁺ → 3NADPH⁺ + 3H⁺

Ribose-5-Ⓟ   Xylulose-5-Ⓟ

Transketolase

Glyceraldehyde-3-Ⓟ   Sedoheptulose-7-Ⓟ

Transaldolase

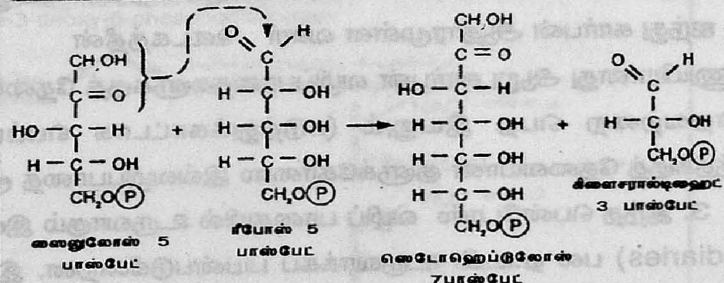
Fructose-6-Ⓟ   Erythrose-4-Ⓟ   Xylulose-5-Ⓟ

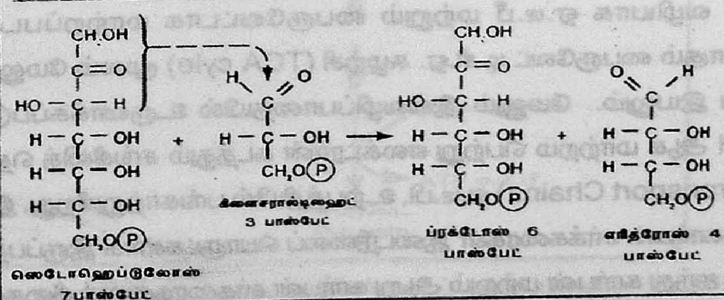
Fructose-6-Ⓟ   Glyceraldehyde-3-Ⓟ

P¹

Fructose-6-Ⓟ ← Fructose-1,6-bisⓅ   Pyruvate

படம் 6.6 பென்டோஸ்பாஸ்பேட் வழிப்பாதை





படம் 6.7 டிரான்ஸ்கீட்டோலேஸ் மற்றும் டிரான்ஸ்அல்டோலேஸ் பென்டோஸ்பாஸ்பேட் வழிப்பாதையில் வினை புரிதல்

இவ்வாறு உற்பத்தியாகும் இடைப் பொருட்கள் (intermediaries) இரண்டு வழிகளில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஃப்ரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட் மீண்டும் குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படலாம். கிளிசரால்டிஹைட் 3-பாஸ்பேட் கிளைகாலிஸிஸில் செயல்படும் நொதிகளால் 3-பைருவேட்டாக மாற்றப்படக்கூடும். மேலும் கிளிசரால்டிஹைட் 3-பாஸ்பேட் திரும்பவும் பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழிப்பாதைக்கு மீண்டும் குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுவதன் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படக்கூடும். இதன் மூலம் குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்டானது முற்றிலும் சிதைக்கப்பட்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடாகவும் என்.ஏ.டி.பி.எச். (NADPH) ஆகவும் மாற்றப்படுகின்றது.

குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்+12NAP$^+$+7H2o $\longrightarrow$ 6CO$_2$+12NADPH+12H$^+$+Pi

பென்டோஸ்-பாஸ்பேட் வழிப்பாதையில் ஏற்படும் வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கீழக்கண்டவாறு தொகுக்கலாம்.

1. இதில் உற்பத்தியாகும் என்.ஏ.டி.பி.எச். (NADPH) பல உயிர்ப்பொருள் இணைவாக்க வினைகளில் எலக்ட்ரான் ஆதாரமாகச் செயல்படுகிறது.

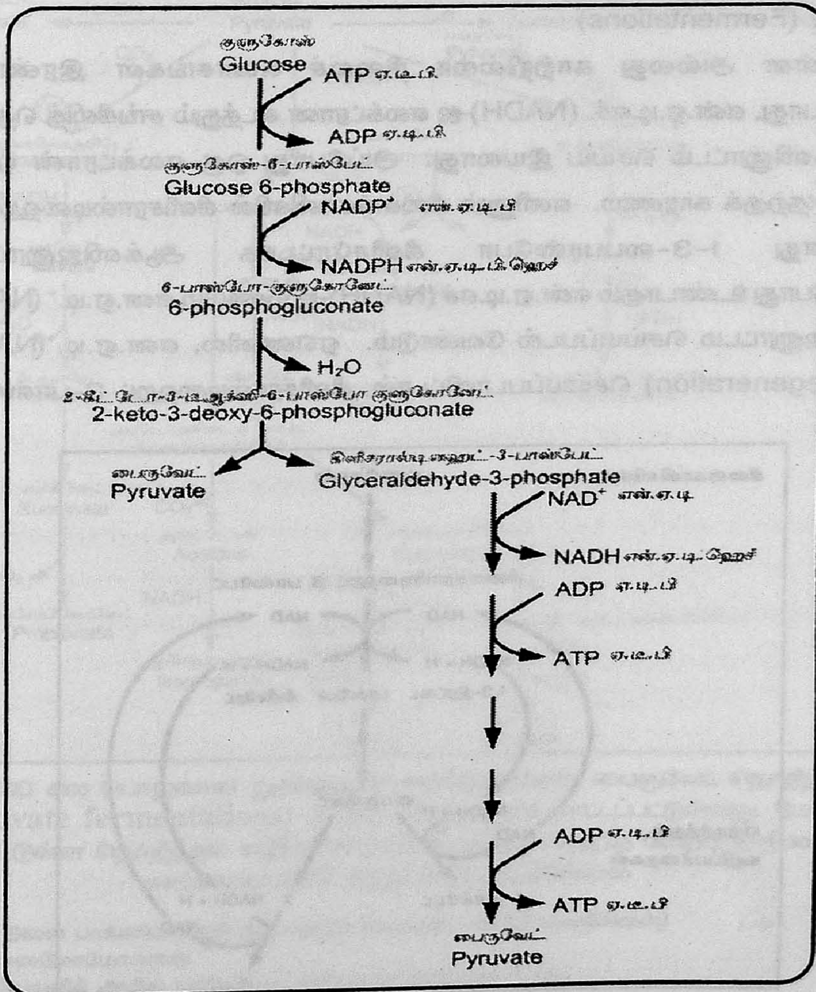
2. இந்த வழிப்பாதையில் உருவாக்கப்படும் நான்கு மற்றும் ஐந்து கார்பன் சர்க்கரைகள் பல வழிகளில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. எரித்ரோஸ் 4-பாஸ்பேட் என்ற நான்கு கார்பன் சர்க்கரையானது பல அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் வைட்டமின் பி$_6$ (Vitamin B$_6$) தயாரிக்கப்பயன்படுகிறது. ஐந்து கார்பனுள்ள ரிபோஸ் 5-பாஸ்பேட்டானது நியுக்ளிக் அமிலங்கள் தயாரிக்கவும், ரிபுலோஸ் 1,5, இரட்டைப் பாஸ்பேட்டானது ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஒரு முக்கிய கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஏற்பி (CO$_2$ acceptor)யாகவும் பயன்படுகின்றன. மேலும் இவ்வழிப்பாதை மூலம் ஐந்து கார்பன் ஆதாரமுள்ள வளர் ஊடகத்தின் வளரும் ஒரு நுண்ணுயிரானது ஆறு கார்பன் வழிப்பாதைகளுக்குத் தேவையான குளுக்கோஸ் போன்றவற்றை பெற இயலும் (எடுத்துக்காட்டாக பெப்டிடோ கிளைக்கான் உற்பத்திக்குத் தேவையான குளுக்கோஸை இவ்வழிப்பாதை மூலம் பெறலாம்.

3. இந்த பென்டோஸ் வழிப் பாதையில் உருவாகும் இடைப் பொருட்கள் (intermediaries) பல ஏ.டீ.பி. உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன. இந்த வழிப்பாதையில் உருவாகும் கிளிசரால்டிஹைட்-3-பாஸ்பேட்டானது கிளைக்காலிஸின் 3-கார்பன் நிலை வழியாக ஏ.டீ.பீ மற்றும் பைருவேட்டாக மாற்றப்படக்கூடும். அவ்வாறு உருவாகும் பைருவேட் டி.சி.ஏ. சுழற்சி (TCA cyle) மூலம் மேலும் சக்தியை உற்பத்தி செய்ய இயலும். மேலும் இவ்வழிப்பாதையில் உருவாக்கப்படும் NADPH ஆனது NADH ஆக மாற்றம் பெற்று எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர் வழியாக (Electron Transport Chains) ஏ.டீ.பி. உற்பத்தியில் பங்காற்றுகிறது. இந்த வழிப்பாதையில் ஐந்து-கார்பன் சர்க்கரைகள் இடைநிலைப் பொருட்களாக இருப்பதால், இவ்வழிப்பாதை மூலம் ஐந்து கார்பன் மற்றும் ஆறு கார்பன் சர்கரைகளைச் சிதைக்க இயலும்.

இந்த பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழிப்பாதையானது பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்களில் ஒரு சக்தி ஈனும் வழிப்பாதையாக உபயோகப்படுத்தப்பட்டாலும், இதன்மூலம் நடைபெறக்கூடிய ஒரு உயிர்ப்பொருள் இணைவாக்கம் செய்யும் செயல்களே அதி முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

என்ட்னெர் – டௌடோரோஃப் வழிப்பாதை
(The Entner - Doudoroff Pathway)

ஆறு கார்பன் சர்க்கரைகள் (Hexoses) பைருவேட்டாக மாற்றப்படுவதில், கிளைக்காலிஸிஸ் வழிப்பாதையே பெரும்பாலான நேரங்களில் செயல்பட்டாலும், அது போன்றேயுள்ள என்ட்னெர்-டௌடோரோஃப் வழிப்பாதையும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இந்த வழிப் பாதையும் குளுகோஸ்-6-பாஸ்பேட்

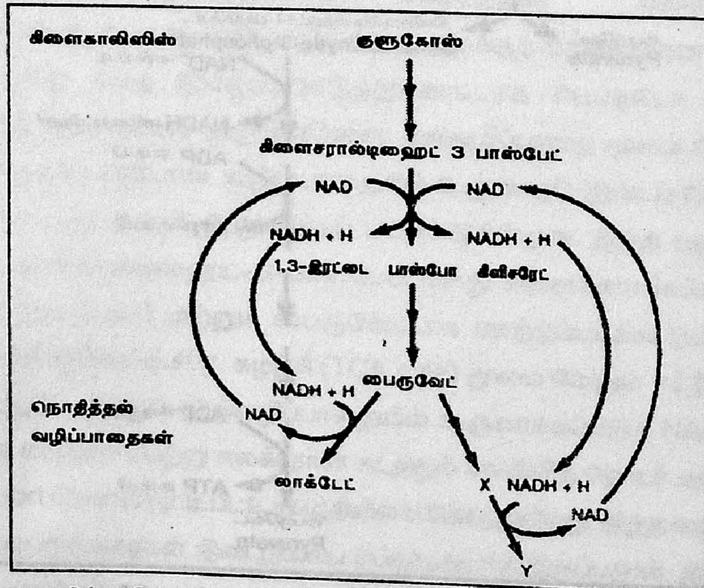


படம் 6.8 என்ட்னெர் – டௌடோரோஃப் வழிப்பாதை

உண்டாவதில் ஆரம்பித்துப்பின் அது-6-பாஸ்போகுளுக்கோனேட்டாகவும், மாற்றம் பெறுகிறது (படம் 6.8). இது மேலும் ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்படுவதற்குப் பதிலாக, நீர்நீக்கம் (dehydrahon) செய்யப்பட்டு 2 கீட்டோ, 3 டீயாக்ஸி, 6-பாஸ்போ குளுக்கோனேட்டாக (2-keto, 3-deoxy, 6-phosphogluconate) அதாவது கே.டி.பி.ஜி.யாக (KDPG) மாற்றம் பெறுகிறது. பின்னர் இந்த கே.டி.பி.ஜி.யானது அல்டோலேஸாஸ் உடைக்கப்பட்டு பைருவேட்டாகவும், கிளிசரால்டிஹைஹட் 3-பாஸ்பேட்டாகவும் மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் கிளிசரால்டிஹைஹட் 3-பாஸ்பேட்டும் பைருவேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு குளுக்கோஸானது பைருவேட்டாக மாற்றப்படும் இவ்வழிப்பாதையின் மூலம் ஒவ்வொரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறிலிருந்தும், ஒரு ஏ.டி.பி, ஒரு என.ஏ.டி.பி.எச். (NADPH) மற்றும் ஒரு என்.ஏ.டி.எச். (NADH) உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

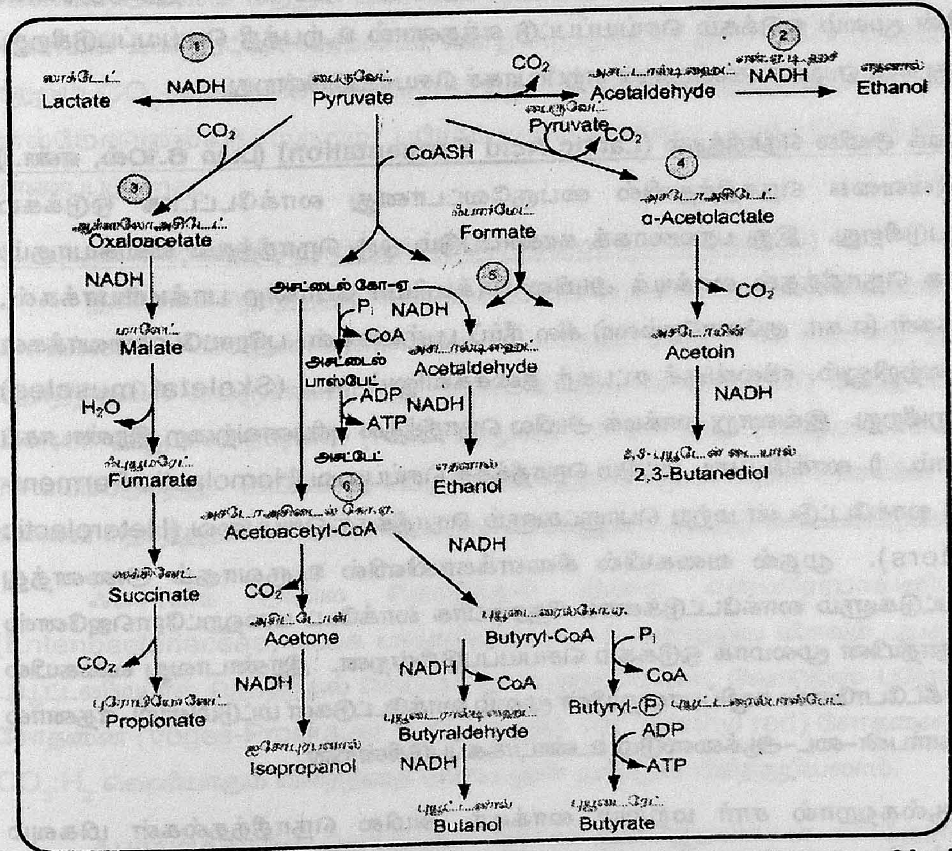
<u>நொதித்தல்கள்</u> (Fermentations)

காற்றுள்ள அல்லது காற்றில்லா நிலைச் சுவாசங்கள் இரண்டும் நடைபெறாதபோது, என்.ஏ.டி.எச். (NADH)-ஐ எலக்ட்ரான கடத்தும் சங்கிலித் தொடர் வழியாக ஆக்ஸினூட்டம் செய்ய இயலாது. அப்போது ஒரு எலக்ட்ரான் ஏற்பி இல்லாததே அதற்குக் காரணம். எனினும் கிளைக்காலிஸில் கிளிசரால்டிஹைஹட்3-பாஸ்பேட்டானது 1-3-பைபாஸ்போ கிளிசரேட்டாக ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்படும்போது உண்டாகும் என்.ஏ.டி.எச் (NADH)-ஐ மீண்டும் என.ஏ.டி.$^+$ (NAD^+) ஆக ஆக்ஸிஜனூட்டம செய்யப்படல் வேண்டும். ஏனெனில், என.ஏ.டி.$^+$(NAD^+) மீளாக்கம் (regeneration) செய்யப்படாவிட்டால், கிளிசரால்டிஹைஹட் 3-பாஸ்பேட்



படம் 6.9 நொதித்தலின்போது என்.ஏ.டி.ஹச்சின் மறு ஆக்ஸிஜனூட்டம்

ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்படாமல் கிளைக்காலிஸ் நின்று போகும். பல நுண்ணியிர்கள் இந்தப் பிரச்சினையை பைருவேட்-டிஹைஹடிரோஜெனேஸ் நொதியின் செயல் வேகத்தை குறைப்பது அல்லது அதன் செயலை முற்றிலும் நிறுத்துவதின் மூலமாகவோ அல்லது நொதித்தலின் மூலமாக பைருவேட்டையோ அல்லது பைருவேட்டிலிருந்து பெறப்படும் ஒரு பொருளையோ எலக்ட்ரான் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஏற்பியாகக் கொண்டு என.ஏ.டி.எச்.(NADH)-ஐ மறு ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்வதன்மூலம் தீர்க்கின்றன (படம் 6.9). இவ்வகைச்செயல் மூலம் ஏ.டீ.பி. உற்பத்தியாகிறது. பல வகையான நொதித்தல் முறைகள் உள்ளன. பெரும்பாலும் அவை ஒரு குறிப்பிட்ட வகை நுண்ணுயிர்களின் செயல்களை அடிப்படையாகக் கொண்டவை (படம் 6.10). நொதித்தலின்போது வினைப் பொருளின் (Substrate)



படம் 6.10 சில பொதுவான நுண்ணுயிர் நொதித்தல்கள்: பைருவேட் நொதித்தல் **(Pyruvate fermentations)** மட்டும் விளக்கமாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலே காட்டப்பட்டுள்ள நொதித்தல் வழிப்பாதைகளில் ஒன்று அதற்கு மேற்பட்ட நிலைகள் எளிமையாக்கம் கருதி காட்டப்படவில்லை

1. லாக்டிக் அமல பாக்டீரியாக்கள் (ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ், லாக்டோபாசில்லஸ்)
2. ஈஸ்ட், ஸைமோமோனாஸ்
3. புரோபியோனிக் அமில பாக்டீரியம் (புரோபியோனிபாக்டீரியம்)
4. என்டிரோபாக்டர், ஸெர்ரேடியா, புரோடியஸ், பாஸில்லஸ்
5. குடல் பாக்டீரியாக்கள் (எஸ்செரிசியா, என்டிரோபாக்டர், சல்மோனெல்லா, புரோடியஸ்)

ஒரு பகுதியே ஆக்ஸிஜனூட்டம் பெறுகிறது. மேலும் ஏ.டி.பி.யானது ஆக்ஸிஜன் தேவையின்றி, வினைப் பொருள் நிலை (Substrate level) பாஸ்பேட் சேர்க்கை மூலம் மட்டுமே உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

1. ஆல்கஹால்சார் நொதித்தல் (alcoholic fermentation) (படம் 6.10ல் , எண் 2)

பல வகைப் பூஞ்சைகள் மற்றும் சிலவகைப் பாக்டீரியாக்கள், பாசிகள், மற்றும் புரோட்டோஸுவாக்கள் சர்க்கரையை நொதிக்கச் செய்து எத்தனால் (ethanol) மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவ்வகை நொதித்தலுக்கு "ஆல்கால் சார்ந்த நொதித்தல்" (alcoholic fermentation) என்று பெயர். இவ்வகை நொதித்தலில், முதலில் பைருவேட்டிலிருந்து கார்பாக்ஸைல் நீக்கம் செய்யப்பட்டு அசட்டால்டிஹைடு உருவாகிறது; பின்னர் அது ஆல்கஹால் டீஹைட்ரஜனேஸ் நொதியின் மூலம் ஒடுக்கம் செய்யப்பட்டு எத்தனால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. அப்போது என்.ஏ.டி.எச்.எலக்ட்ரான் ஏற்பியாகச் செயல்படுகின்றது.

2. லாக்டிக் அமில நொதித்தல் (Lactic Acid Fermentation) (படம் 6.10ல், எண்.1)

இவ்வகை நொதித்தலில் பைருவேட்டானது லாக்டேட்டாக ஒடுக்கம் செய்யப்படுகிறது. இது பரவலாகக் காணப்படும் ஒரு நொதித்தல் வகையாகும். இவ்வகை நொதித்தல் லாக்டிக் அமில பாக்டீரியா போன்ற பாக்டீரியாக்கள், ஆல்காக்கள் (எ.கா. குளோரெல்லா) சில நீர்ப் பூஞ்சைகள், புரோட்டோஸுவாக்கள் போன்றவற்றிலும், விலங்குச் சட்டகத் தசைகளிலும் கூட (Skeletal muscles) நடைபெறுகிறது. இவ்வாறு லாக்டிக் அமில நொதித்தல் புரிபனவற்றை இரண்டாகப் பிரிக்கலாம். 1) லாக்டேட்டை மட்டும் நொதிக்கச் செய்பவை (Homolactic Fermenters) 2) லாக்டேட்டுடன் மற்ற பொருட்களும் நொதிக்கச் செய்பவை (Heterolactic fermenters). முதல் வகையில் கிளைக்காலிஸிஸில் உருவாகும் அனைத்து பைருவேட்டுகளும் லாக்டேட்டுகளாக நேரடியாக லாக்டேட் டீஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதியின் மூலமாக ஒடுக்கம் செய்யப்படுகின்றன. இரண்டாவது வகையில் பாஸ்போகீட்டோலேஸ் வழிப்பாதையின் மூலம் லாக்டேட்டுகள் மட்டுமின்றி, எதனால் மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

ஆல்கஹால் சார் மற்றும் லாக்டிக் அமில நொதித்தல்கள் மிகவும் பயனளிக்கக் கூடியவை. ஈஸ்ட்களினால் உண்டாகும் ஆல்கஹாலிக் நொதித்தலானது மது வகைகள் உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுகிறது. மேலும் ஈஸ்ட் நொதித்தலில் உண்டாகும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு பிரட்டை (bread) உப்ப வைக்கப் பயன்படுகிறது. லாக்டிக் அமில நொதித்தல் உணவுப் பொருட்களைப் பாழாக்கக்கூடியது. ஆனால் தயிர், ஊறுகாய் போன்றவை தயாரிக்கவும் அது பயன்படும்.

3. ஃபார்மிக் அமில நொதித்தல் (Formic Acid Fermentation) (படம் 6.10-ல், எண்.5)

பலவகை பாக்டீரியாக்கள், முக்கியமாக என்டிரோ பாக்டீரியேசியே (Entero-bacteriaceae) வகை பாக்டீரியாக்கள் பைருவேட்டை சிதைத்து, பார்மிக் அமிலம் மற்றும் சில பொருட்களை, பார்மிக் அமில நொதித்தல் மூலம் உண்டாக்குகின்றன. இவ்வகை நொதித்தலின்போது பார்மிக் அமிலமானது H_2 மற்றும் CO_2 ஆக ஃபார்மிக்டீஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதியின் மூலம் மாற்றப்படுகின்றது. இரண்டு வகையான ஃபார்மிக் அமில நொதித்தல் முறைகள் உள்ளன. அவை 1) அமிலக் கலவை (mixed acid) நொதித்தல் 2) புயூட்டனெடியால் நொதித்தல் (Butenediol fermentation), என்பனவாகும். அமிலக் கலவை நொதித்தலில் எத்தனால் மட்டுமின்றி, பலவகையான அமிலங்கள், முக்கியமாக அசட்டிக் அமிலம், சக்சினிக் அமிலம் மற்றும் ஃபார்மிக் அமிலம் போன்றவையும் உண்டாகின்றன. ஃபார்மிக் டீஹைட்ரோஜெனேஸ் என்ற நொதியிருந்தால் ஃபார்மிக்அமிலம் H_2 மற்றும் CO_2-வாக உடைக்கப்படுகின்றது. இவ்வகை நொதித்தல் எஸ்செரிசியா, சால்மோனெல்லா மற்றும் புரோட்டியஸ் போன்ற பாக்டீரிய இனங்களில் காணப்படுகிறது.

4. புயூட்டனிடியால் நொதித்தல் (Butenediol fermentation)

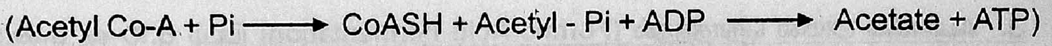
இவ்வகை நொதித்தலானது, என்டிரோபாக்டர், செர்ரேடியா, எர்வீனியா மற்றும் பாஸில்லஸின் சில இனங்களின் சிறப்பியல்பாகும் (படம் 6.10, எண் 4). இவ்வகை நொதித்தலில் பைருவேட்டானது அசெட்டோயினாக (acetoin) மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் அது என்.ஏ.டி.எச். (NADH) மூலம் 2,3 - புயூட்டனிடியாலாக ஒடுக்கம் செய்யப்படுகிறது. அப்போது பெருமளவு எத்தானாலும், சிறிய அளவில் அமிலக் கலவை நொதித்தலில் உண்டாகும் அமிலங்களும் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

ஃபார்மிக் அமில நொதித்தல் முறை என்டிரோபாக்டீரியேசியே (Entenbacteriaceae) வகை பாக்டீரியாக்களைக் கண்டிறிய மிகவும் பயனுள்ளது. புயூட்டனிடியால் நொதித்தல் செய்யும் நுண்ணுயிர்களை, வோஜெஸ்-புரோஸ்காயர் சோதனை (Voges-Proskauer test) மெத்தில் ரெட் (Methyl red) சோதனை மற்றும் CO_2:H_2 வெளியாகும் விகிதத்தை அளப்பதின் மூலமும் பிரித்தறியலாம்.

ஃபார்மிக்அமில நொதித்தல் புரியும் நுண்ணுயிர்கள் சிலநேரங்களில் என்.ஏ.டி.எச். (NADH) -ஐ மறு ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யும்போது ஏ.டீ.பி. உற்பத்தி செய்கின்றன. அவை அசட்டைல்-துணை நொதி-ஏ (acetyl Co-A)-யை அசட்டைல் பாஸ்பேட் உற்பத்தி செய்ய பயன்படுத்துகின்றன. அப்போது ஒரு பாஸ்பேட் மூலக்கூறு ஏ.டி.பி.க்கு கொடையளிக்கப்படுகிறது.

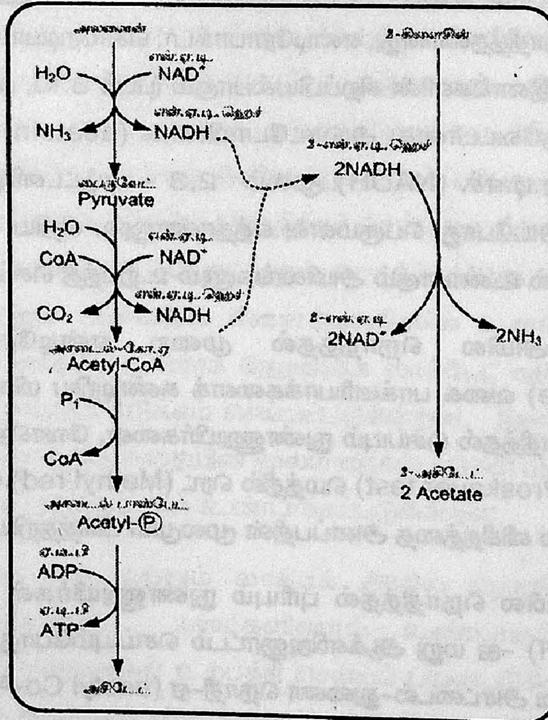
அசட்டைல்-கோ-ஏ (Acetyle Co-A) +பாஸ்பேட் (Pi) ⟶ கோ.ஏ.எஸ்.எச். (CoASH)+

அசட்டைல்-பி(Acetyle-P)+ஏ.டி.பி.(ADP) ⟶ அசட்டேட் (acetate) + ஏ.டீ.பி.(ATP)


(Acetyl Co-A + Pi ⟶ CoASH + Acetyl - Pi + ADP ⟶ Acetate + ATP)

மேற்கண்ட நொதித்தல் முறைகள் தவிர மற்ற வகை நொதித்தல்களும் நுண்ணுயிர்களில் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக புரோட்டோஸீவா மற்றும் பூஞ்சைகள் பெரும்பாலும் சர்க்கரைகளை, லாக்டேட்டுகள், எத்தனால், கிளிசரால், சக்சினேட், ஃபார்மேட், அசிடேட், புயூட்டனிடியால் மற்றும் பல பொருட்களாக நொதிக்கச் செய்கின்றன.

சர்க்கரை மட்டுமின்றி, பிற பொருட்களும் நுண்ணுயிர்களால் நொதிக்கச் செய்யப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கிளாஸ்ட்ரீடியம் (*Clostridium*) இனத்தைச் சேர்ந்தவை அமினோ அமிலக்கலவைகளை நொதிக்கச் செய்வதில் முனைப்புடையவை. புரதச் சிதைவு புரியும், நோயூக்கிகளான கிளாஸ்டிரீடியாக்கள். (எ.கா.) சி.ஸ்போரோஜென்ஸ் *(C. sporogens)* மற்றும் சி.போட்டுலினம்*(C-botulinum)* போன்றவை "ஸ்டிக்லாண்ட் வினை"யின் (Stickland Reaction) மூலம் ஒரு அமினோ அமிலத்தை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்து பெறப்படும் இரண்டாவது அமினோஅமிலத்தை எலக்ட்ரான் ஏற்பியாக உபயோகித்து இவ்வினைபுரிகின்றன. படம் 6.11-ல் அலனின் (alanine) எவ்வாறு ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்படுகிறது என்பதையும், கிளைசின்

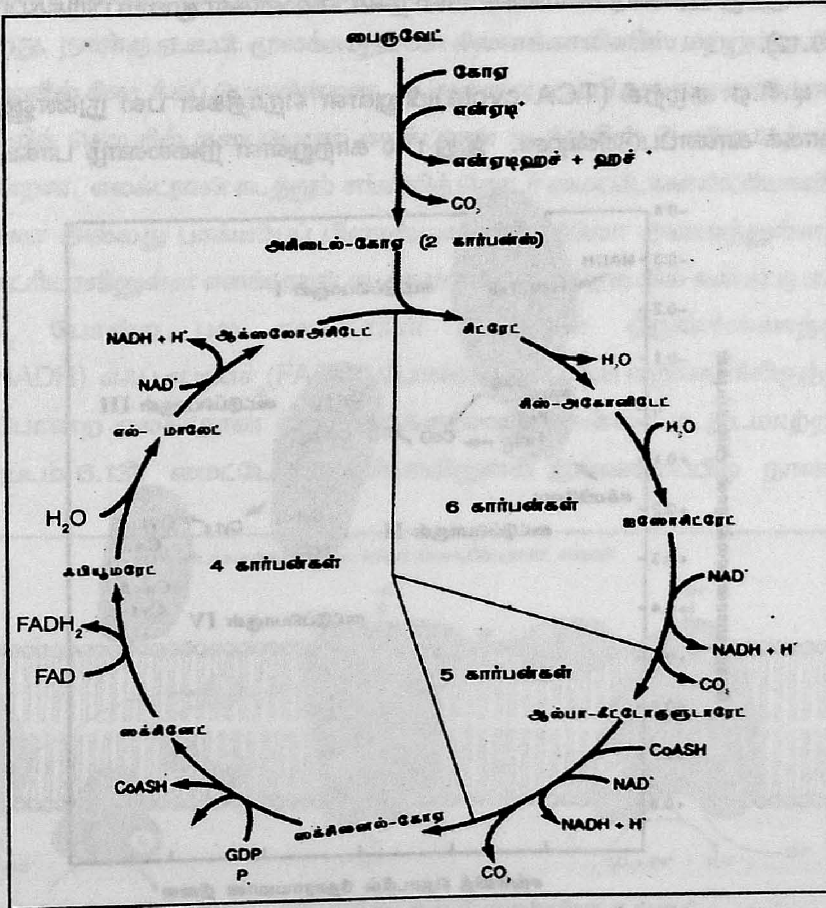


படம் 6.11 ஸ்டிக்லான்ட் வினை (The Stickland Reaction) அலனைன் சிதைத்தலின் போது அலனினை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்து பெறப்பட்ட அசிடேட் மற்றும் கிளைசின் ஆகியவற்றை என்.ஏ.டி.பி.ஹச்சை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப் பயன்படுத்துதல். இத்தகைய நொதித்தல் சில ஏ.டீ.பி-யையும் உற்பத்தி செய்கிறது.

(glycine) எவ்வாறு ஒடுக்கம் செய்யப்படுகிறது என்பதையும் காட்டுகிறது. சில ஏ.டீ.பி. மூலக்கூறுகள் அசட்டைல் பாஸ்பேட்டிலிருந்து வினைப் பொருளை அடிப்படையாகக் கொண்ட (substrate level) பாஸ்பேட் சேர்க்கை மூலம் உண்டாகின்றன. ஸ்டிக்லாண்ட் வினை அலனின் (alanine),லியூசின்(leucine), ஐசோலியூசின்(isolencine), வாலின்(valine), பினைலனனின் (phenylalanine), டிரிப்டோஃபேன் (Tryptophan) மற்றும் ஹிஸ்டிடின் (histidine) போன்ற அமினோ அமிலங்களை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்வதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பாக்டீரியாக்கள், அலனின், கிளைசின், குளுடாடேட், திரியோனின் மற்றும் ஆர்ஜினின் போன்ற அமினோ அமிலங்களையும் நொதிக்கச் செய்கின்றன. அவற்றில் சில வகை நொதித்தல்கள் மிக்க செய்முறைப் பயனளிப்பவை. எடுத்துக்காட்டாக, சிட்ரேட்டை டை அசட்டைல் (diacetyl) ஆக மாற்றி பாலை மணமூட்டல் செய்வதற்கும் பயன்படுத்தலாம்.

டிரைகார்பாக்ஸைலிக் அமிலச் சுழற்சி (Tricarboxylic Acid Cycle)

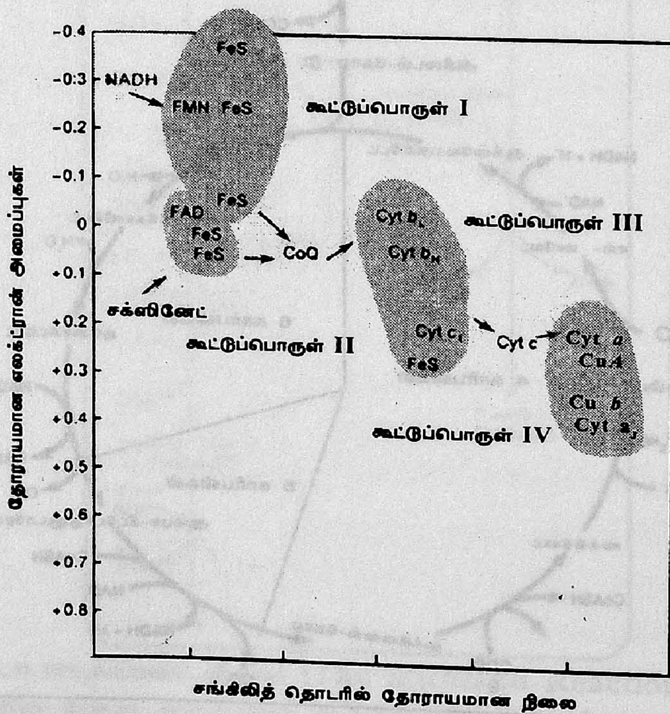
மேலே விளக்கப்பட்ட வழிப்பாதைகளில் குளுகோஸ் பைருவேட்டாக



படம் 6.12 டிரைகார்பாக்ஸைலிக் அமிலச் சுழற்சி (அ) கிரப்ஸின் சுழற்சி
(The Tricarboxylic Acid Cycle)

உடைக்கப்படும்பொழுது, சிறிது சக்தி வெளிப்பட்டாலும், பெருமளவு சக்தியானது பைருவேட்டை காற்றுள்ள நிலையில் CO_2 ஆகச் சிதைக்கும்பொழுதுதான் வெளியேறுகிறது. பைருவேட் டீஹைஹட்ரோஜெனேஸ் அமைப்பு (Pyruvate Dehydrogenase Complex) என்ற பல் நொதிக் கூட்டமைப்பு (multienzyme system)முதலில் பைருவேட்டை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்து கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு மற்றும் அசட்டைல்-துணை நொதி-ஏ (acetyl coenzyme-A) (acetyl-CoA) ஆகியவற்றை உண்டாக்குகிறது. இந்த அசட்டைல் கோ-ஏ என்பது ஒரு சக்தி நிறைந்த, (அசட்டிக் அமிலத்துடன் ஒரு சக்தி நிறைந்த தையால் எஸ்டர் வேதிப்பிணைப்பு (thiol-ester bond) மூலம் இணைக்கப்பட்ட) ஒரு வேதிப் பொருளாகும். இந்த அசட்டைல் கோ-ஏ வானது கார்போஹைட்ரேட்டுகள், கொழுப்புகள் மற்றும் அமினோ அமிலங்களின் சிதைவு மாற்றங்களிலிருந்து பல முறைகளில் உண்டாகிறது (படம் 6.12). இது டிரைகார்பாக்ஸைலிக் அமில சுழற்சியில் மேலும் நசிக்கப்படுகிறது (படம் 6.12). இந்தச் சுழற்சியில் மூன்று நிலைகள் உள்ளன. இம்மூன்று நிலைகளும் ஒன்று மற்றதிலிருந்து இரண்டு கார்பாக்ஸைல் நீக்க வினைகள் மூலம் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 6.12).

டி.சி.ஏ. சுழற்சி (TCA cycle)யிலுள்ள நொதிகள் பல நுண்ணுயிர்களில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இது பல காற்றுள்ள நிலைவாழ் பாக்டீரியாக்கள்,

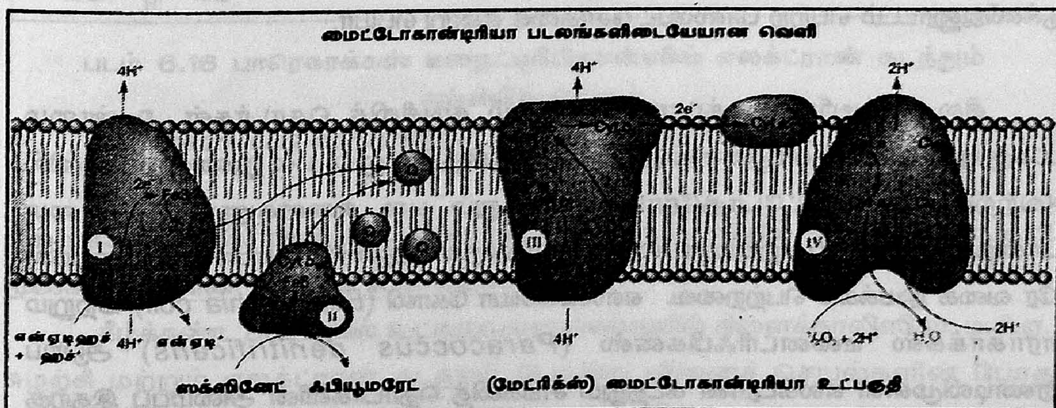


படம் 6.13 மைட்டோகான்டிரியாவின் எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர் (The Mitochondrial Electron Transport Chain)

சுயவாழ் (free living) புரோட்டோ ஸீவாக்கள், மற்றும் பலவகை பாசிகள், பூஞ்சைகளிலும் முழுமையாக இயங்குகிறது. ஆனால் சிலவகை நிலை மாறும், காற்றில்லா வாழ்விகளில் (facultative anaerobes) எ.கா. ஈ.கோலியில் இந்த டி.சி.ஏ. சுழற்சியானது காற்றில்லா நிலைகளிலும், குளுகோஸ் அடர்த்தி அதிகமுள்ள நேரங்களிலும் முழுமையற்ற நிலையில் காணப்படும். ஆனால் மற்ற நேரங்களில், இதே நுண்ணுயிரியில் முழுமையாகக் காணப்படும். டி.சி.ஏ. சுழற்சி முழுமையாக இல்லாத நுண்ணுயிர்களில்கூட, இந்தச் சுழற்சியில் காணப்படும் அனைத்து நொதிகளும் இருக்கும். ஏனெனில் இந்த நொதிகளின் முக்கியச் செயலானது பல உயிரிணைவாக்கச் செயல்களுக்குத் தேவையான கார்பன் சட்டகங்களை அளிப்பதேயாகும்.

எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடரும் ஆக்ஸிஜனூட்டம் பெற்ற பாஸ்பேட் சேர்க்கையும் (Electron Transport System and Oxidative Phosphorylation)

மேற்கண்ட வேதிய வினைப் பாதைகளில் மிகக் குறைந்த அளவே சக்தி உற்பத்தியாகிறது. நான்கு ஏ.டீ.பி. மூலக்கூறுகளே கிளைக்காலிஸிஸ் மற்றும் டி.சி.ஏ. சுழற்சியின் முடிவில் கிடைக்கப் பெறுகின்றன. பெருமளவு ஏ.டி.பி.யானது எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடரில் நடைபெறும் எலக்ட்ரான் கடத்தலின் போதே உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர் மைட்டோகான்ட்ரியாவின் உள்படலத்திலோ அல்லது பாக்டீரியப் பிளாஸ்மா படலத்திலோ அமைந்துள்ளது. மைட்டோகான்ட்ரியாவிலுள்ள எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடரில் என்.ஏ.டி.எச்., என்.ஏ.டி.எச்.$_2$ போன்ற பல எலக்ட்ரான் கடத்திகள் ஒருங்கிணைந்து, என்.ஏ.டி.எச்.(NADH), எஃப்.ஏ.டி.எச்$_2$($FADH_2$) போன்ற எலக்ட்ரான் வழங்களிலிருந்து, ஆக்ஸிஜன் போன்ற எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளுக்கு எலக்ட்ரான்களை இடமாற்றம் செய்கின்றன (படம் 6.13). மைட்டோகான்டிரியாவிலுள்ள இவ்வமைப்பில் நான்கு

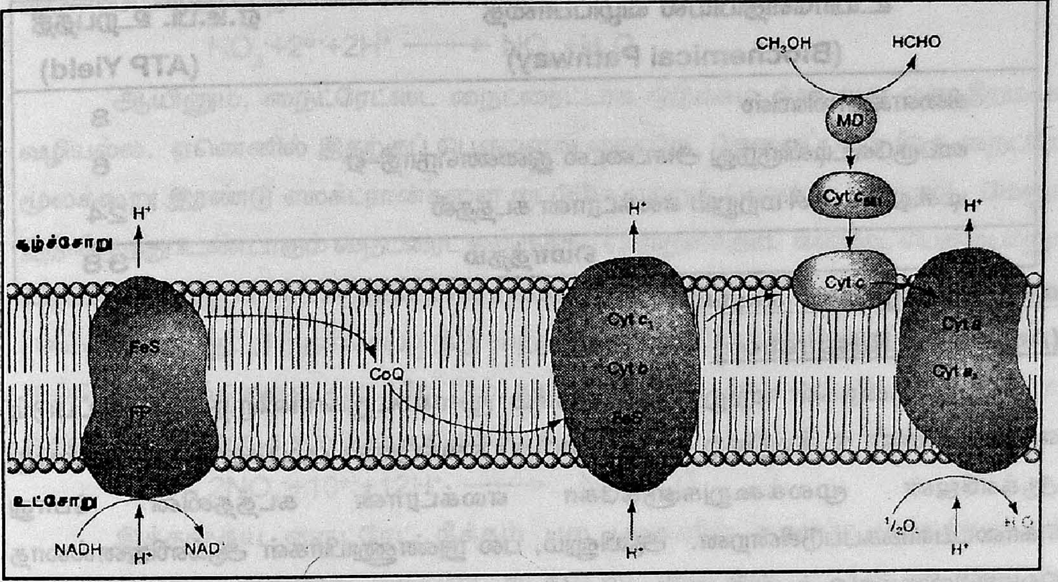


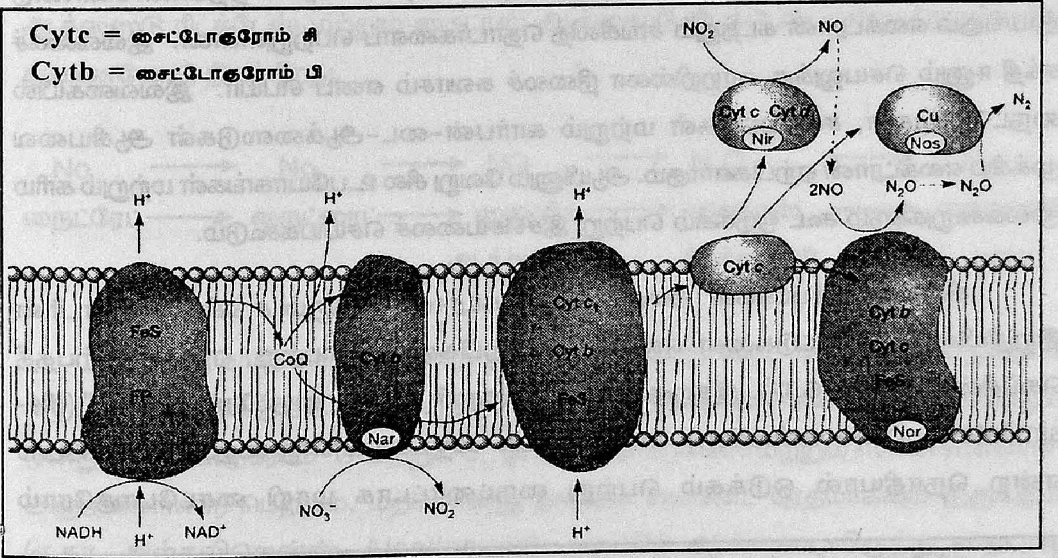
படம் 6.14 மைட்டோகான்டிரியாவில் எலக்ட்ரான் கடத்தலில் வேதிய ஊடுருவல் (Chemiosmotic) கொள்கை

படம் 6.15 ஈ.கோலியில் காற்றுநிலைச் சுவாச அமைப்பு

எலக்ட்ரான எடுத்துச் செல்லும் கூட்டமைப்புகள் (Complexes) உள்ளன. அவை ஒவ்வொன்றும் எலக்ட்ரான்களை ஆக்ஸினுக்கு (O_2) கடத்துகின்றன (படம் 6.14). துணை நொதி "கியூ"(Coenzyme "Q") மற்றும் சைட்டோகுரோம் "சி" (Cytochrome "C") இந்த கூட்டமைப்புக்களை இணைக்கின்றன. இந்த எலக்ட்ரான் கடத்தல் நடைபெறும்பொழுது வெளியாகும் சக்தியிலிருந்து ஏ.டீ.பி. உற்பத்தி செய்வதற்கு ஆக்ஸிஜனூட்டம் பெற்ற பாஸ்பேட் சேர்க்கை என்று பெயர்.

சில பாக்டீரிய எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர்கள், உண்மை உட்கருவுள்ள செல்களிலுள்ளதைப் போன்றேயிருந்தாலும், பல நுண்ணுயிர்களில் அவற்றிலுள்ள சைட்டோகுரோம்கள் மற்றும் பல கிளைகளுள்ள தன்மை போன்றவற்றினால் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. ஆனால் அவை அடிப்படையில் ஒரே வகை இயக்கம் பெற்றவை. எஸ்செரிசியா கோலி (*Escherichia coli*) மற்றும் பாராகாக்கஸ் டீனைட்ரிஃபிகன்ஸ் (*Paracoccus denitrificans*) ஆகிய இரண்டிலிமுள்ள எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர்களின் அமைப்பு இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக படம் 6.15 மற்றும் படம் 6.16-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.





படம் 6.16 பாரெகாக்கஸ் டீநைட்டிரிபிகான்ஸில் எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர்

(*Paracoccus denitrificans* Electron Transport Chains)

கிளைக்காலிஸிஸ் மற்றும் காற்றுள்ள நிலைச் சுவாசத்தில் விளையும் ஏ.டீ.பி. மூலக்கூறுகளின் மொத்த எண்ணிக்கை

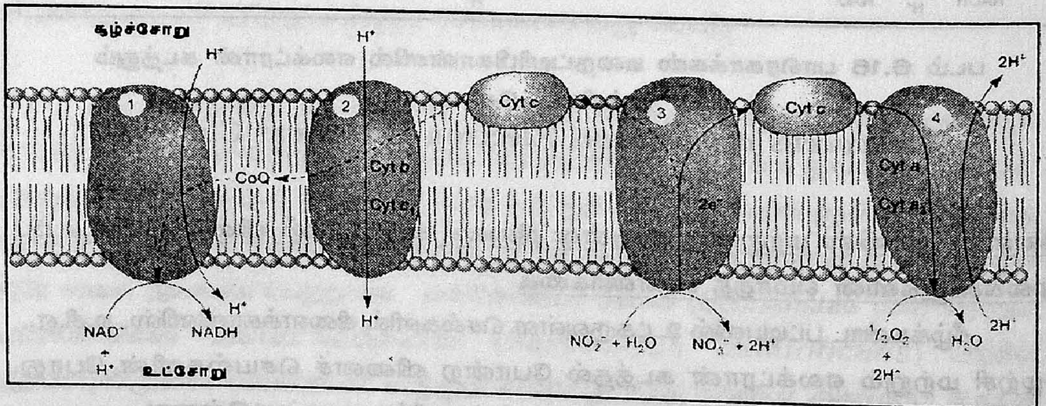
கீழ்க்கண்ட பட்டியலில் உட்கருவுள்ள செல்களில் கிளைக்காலிஸிஸ், டி.சி.ஏ., சுழற்சி மற்றும் எலக்ட்ரான் கடத்தல் போன்ற வினைச் செயல்களின் போது உண்டாகும் மொத்த ஏ.டீ.பி. மூலக்கூறுகள் எண்ணிக்கை தரப்பட்டுள்ளது.

உயிர்வேதியியல் வழிப்பாதை (Biochemical Pathway)	ஏ.டீ.பி. உற்பத்தி (ATP Yield)
கிளைக்காலிஸிஸ்	8
பைருவேட்டிலிருந்து அசட்டைல் துணைநொதி-ஏ	6
டி.சி.ஏ. சுழற்சி மற்றும் எலக்ட்ரான் கடத்தல்	24
மொத்தம்	38

காற்றில்லாநிலைச் சுவாசம் (Anaerobic Respiration)

சர்க்கரைகள் மற்றும் இதர கரிம மூலக்கூறுகளிலிருந்து பெறப்படும் எலக்ட்ரான்கள், உள்ளுறை (endogenous) எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளுக்கோ அல்லது ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளுக்கோ எலக்ட்ரான் கடத்தலின் போது கொடையளிக்கப்படுகின்றன. ஆயினும், பல நுண்ணுயிர்கள் ஆக்ஸிஜனல்லாத வெளியிலிருந்து உற்பத்தியாகக் கூடிய (exogenous) எலக்ட்ரான் ஏற்பிகள் கொண்டு இயங்கும் எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடர்களைப் பெற்றுள்ளன. இவ்வகைச் சக்தி ஈனும் செயலுக்கு காற்றில்லா நிலைச் சுவாசம் எனப் பெயர். இவ்வகையில் நைட்ரேட்டுகள், சல்பேட்டுகள் மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடுகள் ஆகியவை முக்கிய எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளாகும். ஆயினும் வேறு சில உபயோகங்கள் மற்றும் கரிம மூலக்கூறுகளும் கூட ஒடுக்கம் பெற்று இச்செயலைச் செய்யக்கூடும்.

சில பாக்டீரியாக்கள் அவற்றின் எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலித் தொடரின் இறுதியில் நைட்ரேட்டுகளை எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளாகப் பெற்று, ஏ.டீ.பி. உற்பத்தி செய்கின்றன (படம் 6.17). இதற்கு "உயிர்ப் பொருள் சிதைவு நைட்ரேட் ஒடுக்கம்" (dis-similatory nitrate reduction) என்று பெயர். நைட்ரேட்டானது நைட்ரேட் ரிடக்டேஸ் என்ற நொதியால் ஒடுக்கம் பெற்று நைட்ரைட்டாக மாறி சைட்டோகுரோம்



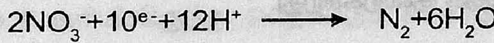
படம் 6.17 நைட்ரோபாக்டரில் எலக்ட்ரான் கடத்தலமைப்பு (Electron Flow in Nitrobacter Electron Transport Chain)

ஆக்ஸிடேசிற்குப் பதிலாகச் செயல்படுகிறது.



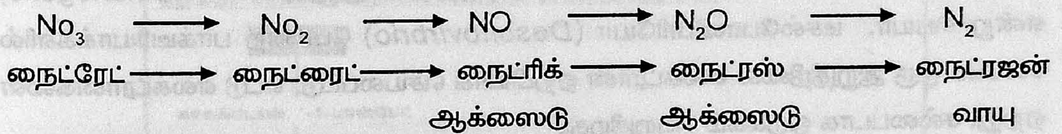
$$NO_3^- + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow NO_2^- + H_2O$$

ஆயினும், நைட்ரேட்டை நைட்ரைட்டாக ஒடுக்கம் செய்வது ஒரு திறமான வழியல்ல. ஏனெனில் இதற்குப் பெருமளவு நைட்ரேட் தேவைப்படும் (ஒரு நைட்ரேட் மூலக்கூறு இரண்டு எலக்ட்ரான்களை மட்டுமே ஏற்றுக் கொள்ள இயலும்). மேலும் இதிலிருந்து உண்டாகும் நைட்ரைட் ஒரு நச்சுப் பொருளாகும். எனவே, பெரும்பாலும் நைட்ரேட்டானது மேலும் ஒடுக்கம் செய்யப்பட்டு நைட்ரஜன் வாயுவாக மாற்றம் பெறச் செய்யப்படுகிறது. இந்தச் செயலுக்கு நைட்ரேட் நீக்கம் (denitrification) என்று பெயர். அப்போது ஒவ்வொரு நைட்ரேட்டும் ஐந்து எலக்ட்ரான்களை ஏற்கும். மேலும் இதிலிருந்து உண்டாகும் இறுதி வினைப் பொருள் நச்சுத் தன்மையற்றது.



$$2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ \longrightarrow N_2 + 6H_2O$$

இத்தகைய நைட்ரேட் நீக்கம் பல படிகளில் நான்கு நொதிகளுடன் துணையோடு, அதாவது நைட்ரேட் ரிடக்டேஸ், நைட்ரைட் ரிடக்டேஸ், நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு ரிடக்டேஸ் மற்றும் நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு ரிடக்டேஸ் என்று நொதிகளின் துணையோடு நிகழ்கிறது.



பாக்டீரியாக்களில் இரண்டு வகையான நைட்ரைட் ரிடக்டேஸ் நொதிகள் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு (NO) உற்பத்தியாவதில் கிரியா ஊக்கிகளாகச் செயல்படுகின்றன ஒன்று சைட்டோகுரோம் "C"மற்றும் d_1. (எ.கா. பாராகாக்கஸ் மற்றும் ஸீடோமோனாஸ் அருஜினோஸா) பெற்றும், மற்றொன்று தாமிரம் கொண்ட புரதமாகவும் இருக்கும். (எ.கா. அல்கலிஜென்ஸ், Alcaligenes). நைட்ரிக் ஆக்ஸைடிலிருந்து நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு உருவாக்கும் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு ரிடக்டேஸ் என்ற நொதியானது படலத்துடன் இணைந்த (Membrane) ஒரு சைட்டோகுரோம் "பிசி" கூட்டுப் பொருள் (Cytochrome "bc" complex) நைட்ரேட் நீக்கத்திற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாக கிராம் - ஒப்பா பாக்டீரியாவான *பாராகாக்கஸ் டீநைட்ரிஃபிகன்ஸ்* (*Paracoccus denitrificans*) என்ற இனத்தைக் கூறலாம். அது நைட்ரேட்டை நைட்ரஜன் வாயுவாக காற்றில்லா நிலையில் மாற்றம் செய்கிறது. இந்தப் பாக்டீரியாவில் நைட்ரேட் ரிடக்டேஸ் மற்றும் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு ரிடக்டேஸ் ஆகிய இரு நொதிகளும் படலத்துடன் இணைந்து காணப்படுகின்றன. ஆனால் மற்ற இரு நொதிகளான நைட்ரைட் ரிடக்டேஸ் மற்றும் நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு ரிடக்டேஸ் ஆகிய இரண்டும் பெரிபிளாஸத்தில் காணப்படுகின்றன. இந்த நான்கு நொதிகளும் துணைநொதி "கியூ"(coenzyme Q)

மற்றும் சி-வகை சைட்டோகுரோம் (C-type cycochrome) களை உபயோகித்து நைட்ரேட்டை ஒடுக்கம் செய்து புரோட்டான் இயக்க விசை (Proton Motive force)களை உண்டாக்குகின்றன.

நைட்ரேட் நீக்கம் (denitrification) சிலவகை ஸீடோமோனாஸ், பாராகாக்கஸ் மற்றும் பாஸில்லஸ் பாக்டீரிய இனங்களால் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. அவை இந்த முறையை இயற்கையான காற்றுள்ள நிலைச் சுவாசத்திற்கு மாற்றாகக் கொண்டுள்ளன. ஆக்ஸிஜன் இருந்தால் அவை காற்றுள்ள நிலை சுவாசத்தை (aerobic respiration) உபயோகிக்கின்றன. நைட்ரேட்ரிடக்டேஸ் உண்டாதல் ஆக்ஸிஜனால் தடைசெய்யப்படுகிறது. நைட்ரேட் நீக்கம் காற்றில்லா மண்ணில் நைட்ரஜன் இழப்பை ஏற்படுத்தி மண்ணின் வளத்தைக் குறைக்கிறது.

காற்றில்லா நிலைச் சுவாசத்தைக் கையாளும் மற்ற இருவகை பாக்டீரியாக்கள் கட்டாய காற்றில்லா நிலைவாழ்விகளாகும் (obligate anaerobes). அவை கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு அல்லது கார்பனேட்டுகளை இறுதிநிலை எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளாகக் கொண்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை ஒடுக்கம் செய்து மீத்தேனை (Methane) வெளியிடுவதால் அவற்றிற்கு மீத்தேன் உருவாக்கிகள் (Methanogens) என்று பெயர். டீசல்போவிப்ரியோ (*Desulfovirbrio*) போன்ற பாக்டீரியாக்களில் சல்பேட் ஒரு இறுதிநிலை எலக்ட்ரான் ஏற்பியாக செயல்பட்டு, எட்டு எலக்ட்ரான்களை ஏற்று, சல்பைடாக ஒடுக்கம் பெறுகிறது.



$$SO_4^{2-} + 8e^- + 8H^+ \longrightarrow S^{2-} + 4H_2O$$

காற்றில்லாச் சுவாசம் ஒரு திறமிகு உயிர்வேதிய வினையல்ல ஏனெனில் உற்பத்தியாகும் ஏ.டீ.பி.யின் அளவு மிகக் குறைவே, ஆனாலும் கூட அது நொதித்தலைக் காட்டிலும் சிறந்தது. ஏனெனில் அது ஆக்ஸிஜனில்லாநிலையிலும் செயல்படக்கூடியது. எனவே இத்தகைய சுவாசம் ஆக்ஸிஜன் குறைவான மண் அல்லது வண்டல்களில் பெருமளவு காணப்படுகிறது.

பெரும்பாலான நேரங்களில் இயற்கைச் சூழலில் பல வகையான எலக்ட்ரான் ஏற்பிகள் இருக்கும்போது, அவற்றில் உள்ள நுண்ணுயிர் வகைகள் அடுத்தடுத்து மாற்றம் பெறுவதைக் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஆக்ஸிஜன், நைட்ரேட், மாங்கனீஸ் மின்மம் (Maganese ion), இரும்பு மின்மம் (ferric ion), சல்பேட் மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஆகியவை இருக்கும்பொழுது, ஏற்படக் கூடிய நுண்ணுயிர் இன மாற்றங்களை முன்கூட்டியே அறிவிக்க இயலும். அப்போது முதலில் ஆக்ஸிஜன் அல்லது நைட்ரேட்டை உபயோகிக்கும் நுண்ணுயிர்கள் முதலில் பெரும்பான்மையாக இருக்கும். அவ்விரண்டும் தீர்ந்த நிலையில் மாங்கனீசும்,

இரும்பும் உபயோகப்படுத்தும் நுண்ணுயிர்கள் அவற்றின் இடத்தை ஆக்கிரமிக்கும். அதன் பிறகு சல்பேட் உபயோகப்படுத்தும் டீசல்போ விப்ரியோ போன்ற நுண்ணுயிர்கள் அங்கு பெருகும். சல்பேட்டும் தீர்ந்த பின் இறுதியாக மீத்தேன் உருவாக்கும் நுண்ணுயிர்கள் அங்கு பெரும்பான்மையாக இருக்கும்.

கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் சிதை மாற்றங்கள் மற்றும் செல்லின் பல்படிச் சேர்ம சேமிப்புகள்

(Catabolism of carbohydrates and Intracelluar Reserve Polymers)

நுண்ணுயிர்கள் குளுகோஸ் மட்டுமின்றி பலவகை கார்போ- ஹைட்ரேட்டுகளையும் சிதைக்க வல்லவை. அவ்வாறு சிதைக்கப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் செல்லின் உட்பகுதியிலிருந்தோ அல்லது வெளியிலிருந்தோ பெறப்பட்டிருக்கலாம். பெரும்பாலும் வெளியிலிருந்து பெறப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் சிதைப்பு முறை உள்ளிலிருந்து பெறப்பட்ட கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளிலிருந்து சிதைப்பின் முதல் நிலைகளில் வேறுபட்டிருக்கும்.

படம் 6.18-ல் சில ஒற்றைச் சர்க்கரைகளின் (Monosaccharides) சிதைப்பு காட்டப்பட்டிருக்கிறது. குளுகோஸ், ஃப்ரக்டோஸ் மற்றும் மன்னோஸ் ஆகியவை

ஒற்றைச் சர்க்கரைகளுக்கிடையேயான இணைமாற்றங்கள்

காலக்டோஸ் → (ஏடிபி) → காலக்டோஸ் -1-பாஸ்பேட் → (யுடிபி) → யுடிபி காலக்டோஸ் → யுடிபி குளுக்கோஸ்

யுடிபி குளுக்கோஸ் ⇄ யுடிபி காலக்டோஸ்; → குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்பேட் → குளுக்கோஸ் 6 பாஸ்பேட்

குளுக்கோஸ் → (ஏடிபி) → குளுக்கோஸ் 6 பாஸ்பேட்

மன்னோஸ் → (ஏடிபி) → மன்னோஸ் 6 பாஸ்பேட்

குளுக்கோஸ் 6 பாஸ்பேட், மன்னோஸ் 6 பாஸ்பேட் → ஃப்ரக்டோஸ் 6 பாஸ்பேட் ← (ஏடிபி) ← ஃப்ரக்டோஸ்

ஃப்ரக்டோஸ் 6 பாஸ்பேட் → கிளைக்காலிடிக் வழிப்பாதை

இரட்டைச்சர்க்கரைச் சிதைவுகள்

1. மால்டோஸ் + H_2O —(மால்டேஸ்)→ (2 glucose) 2 குளுக்கோஸ்
   மால்டோஸ் + P_i —(மால்டோஸ் பாஸ்போரைலேஸ்)→ β-D- குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்பேட் + குளுக்கோஸ்
2. செலோபையோஸ் + P_i —(செல்லோபையோஸ் பாஸ்போரைலேஸ்)→ α-D- குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்பேட் + குளுக்கோஸ்
3. சுக்ரோஸ் + H_2O —(சுக்ரோஸ்)→ குளுக்கோஸ் + ஃப்ரக்டோஸ்
   சுக்ரோஸ் + P_i —(சுக்ரோஸ் பாஸ்போரைலேஸ்)→ α-D- குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்பேட் + குளுக்கோஸ்
4. லாக்டோஸ் + H_2O —(β- காலாக்டோஸிடேஸ்)→ காலக்டோஸ் + குளுக்கோஸ்



படம் 6.18 கார்போஹைடிரேட் சிதைவு மாற்றங்கள்

ஏ.டீ.பி,-யை உபயோகித்து பாஸ்பேட் சேர்க்கப் பெற்று, குளுகோஸ் சிதைப்பு வழிப்பாதைக்குள் எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றன. ஆனால், காலக்டோஸை சிதைக்கும்பொழுது அது முதலில் யூரிடின் டைபாஸ்பேட் காலக்டோஸாக மாற்றப்பட்டு பின் குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.

இரட்டைச்சர்க்கரைகள் (disaccharides) குறைந்தபட்சம் இருவகைகளிலாவது உடைக்கப்படுகின்றன. மால்டோஸ், சுக்ரோஸ், மற்றும் லாக்டோஸ் போன்றவை நேரடியாக நீரால் பகுக்கப்பட்டு (hydrobysis) அவற்றின் அடிப்படைச் சர்க்கரைகளாக மாற்றப்படுகின்றன. பல இரட்டைச் சர்க்கரைகள் (எ.கா. மால்டோஸ், செல்லோபையோஸ், சுக்ரோஸ்) பாஸ்பேட் பகுத்தல் (Phosphorolysis) முறையில் உடைக்கப்படுகின்றன.

பல் சர்க்கரைகள் (Polysaccarrides) நீரால் பகுத்தல் மற்றும் பாஸ்பேட் பகுத்தல் ஆகிய இரு வழிகளிலும் உடைக்கப்படுகின்றன. பாக்டீரியாக்களும், பூஞ்சைகளும் வெளியிலுள்ள பல் சர்க்கரைகளை நீரால் பகுக்கும் நொதிகள் மூலம் உடைத்து அவற்றை சிறிய அடிப்படை மூலக்கூறுகளாக்கி உட்கிரகிக்கின்றன. ஸ்டார்ச்சும், கிளைஜோஜனும் அமிலேஸால் குளுகோஸ், மால்டோஸ் மற்றும் இதர பொருட்களாக நீரால் பகுத்தல் முறையில் மாற்றப்படுகின்றன. செல்லுலோஸை சீரணித்தல் மிகவும் கடினம். பல பூஞ்சைகள் மற்றும் சில பாக்டீரியாக்கள் (எ.கா. க்ளாஸ்டிரிடியா, ஆக்டினோமைசைட்டுகள்) செல்லுலேஸ் என்ற நொதியின் மூலம் செல்லூலோஸை நீரால் பகுத்தல் முறையில் உடைத்து செல்லோபையோஸ் மற்றும் குளுக்கோஸாக மாற்றுகிறது. கடல் நீரிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட சைட்டோபேகா (cytophaga)வைச் சேர்ந்த சில பாக்டீரிய இனங்கள் அகரேஸ் (agarase) என்ற நொதியைச் சுரந்து அகாரைச் சிதைக்கின்றன. பல மண் நுண்ணுயிர்களும், தாவர நோயூக்கி பாக்டீரியாக்களும் பெக்டினை (Pectin)ச் சிதைக்க வல்லவை. இந்தப் பெக்டினானது (குளுகுரானிக் அமிலத்தின் பல் படிவச் சேர்மம்) பல தாவரச் செல்சுவர்கள் மற்றும் திசுக்களின் மிக முக்கிய உட்பொருளாகும்.

சில நுண்ணுயிர்கள் சீரணிப்பதற்கு மிகக் கடினமான ஸீனோபயோட்டிக் (Xenobiotic) எனப்படும் இயற்கையான உயிர் இணைவாக்கத்திலிருந்துப் பெறப்படாத செயற்கைக் கூட்டுப் பொருட்களைக் (பூச்சி மருந்துகள் போன்றவை) கூட சிதைக்க வல்லவை. அவை இந்த வகைப் பொருட்களைச் சில தனித்தன்மை வாய்ந்த நொதிகள் மற்றும் உயிர் வேதியியல் வழிபாதைகள் மூலம் சிலவகை வளர்சிதை

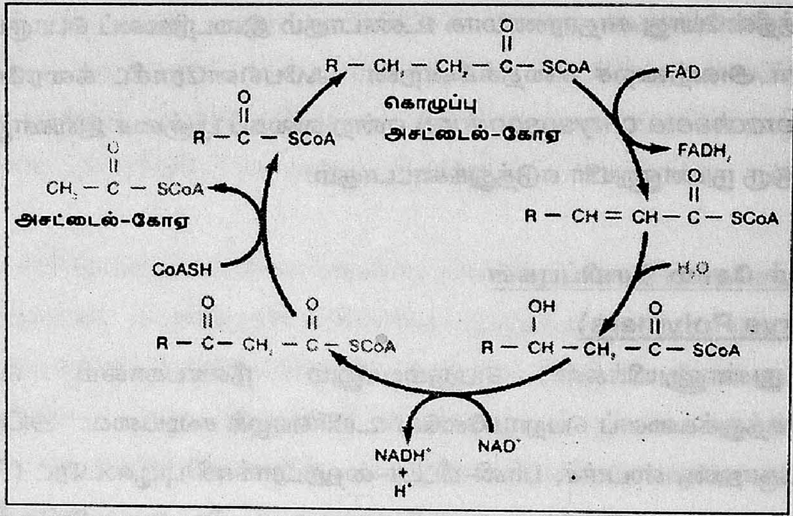
மாற்றத்தின்போது சாதாரணமாக உண்டாகும் இடைநிலைப் பொருட்களாக மாற்றிப் பின்னர் அவற்றைச் சிதைக்கின்றன. ஃபேனெரோகீட் க்ரைஸோஸ்போரியம் (*Phanerochaete chrysosporium*) என்ற வகைப் பூஞ்சை இவ்வாறு வினை புரியக் கூடிய ஒரு நுண்ணுயிர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

பல்படிச் சேர்ம சேமிப்புகள்
(Reserve Polymers)

நுண்ணுயிர்கள் பெரும்பாலும் நீண்டகாலம் வெளியிலிருந்து ஊட்டச்சத்துக்களைப் பெறாமலேயே உயிர்வாழக் கூடியவை. அப்பொழுது அவை கிளைகோஜன், ஸ்டார்ச், பாலி-பீட்டா-ஹைட்ராக்ஸி புயூடைரேட் (Poly-β-hydrozy butyrate) போன்ற சேமிப்புப் பொருட்களை உடைத்து அவற்றிலிருந்துப் பெறப்படும் மூலக்கூறுகளிலிருந்து சக்தியைப் பெறுகின்றன. கிளைகோஜன் மற்றும் ஸ்டார்ச் ஆகியவை பாஸ்பேட் பகுக்கும் நொதிகளால் உடைக்கப்பட்டு குளுகோஸ் 1-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்பட்டு கிளைகாலிஸிஸ் மூலம் சக்தியை அளிக்கின்றன. பாலி-பீட்டா-ஹைட்ராக்ஸி -புயூட்டைரேட்டானது முதலில் 3 ஹைட்ராக்ஸி புயூட்டைரேட்டாகவும், இறுதியில் அசட்டோ அசிட்டேட்டாகவும் மாற்றப்பட்டு, டி.சி.ஏ. சுழற்சியின் மூலம் சக்தி பெறப்படுகிறது. (எ.கா. அசோபாக்டர் -Azobacter)

கொழுப்புப் பொருள் சிதைப்பு (Lipid Catabolism)

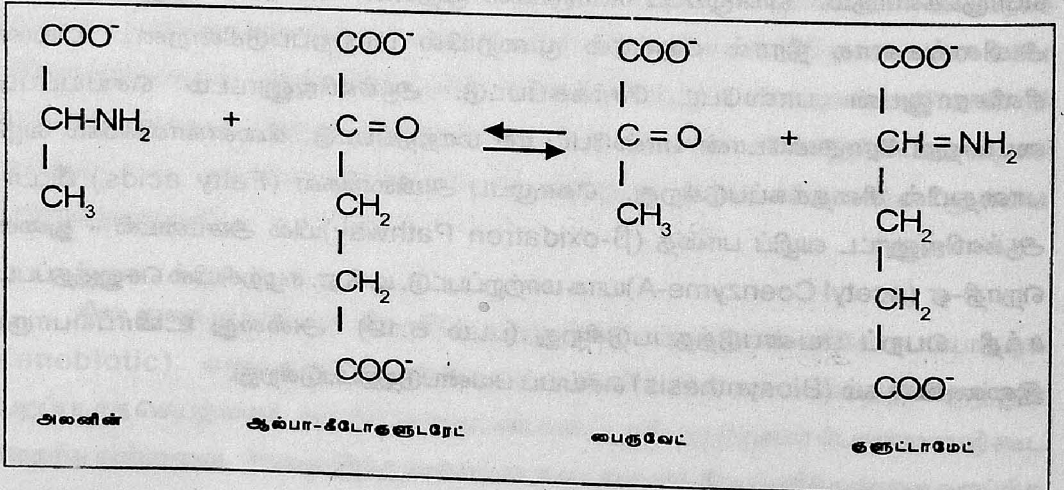
நுண்ணுயிர்கள் பல நேரங்களில் கொழுப்புப் பொருட்களை சக்தி ஆதாரங்களாகப் பயன்படுத்துகின்றன. டிரைகிளிசரைடுகள் (Triglycerides) மற்றும் கிளிசரால், கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆகியவை இவ்வாறு உபயோகப்படுத்தப்படும் பொருட்களாகும். கொழுப்புப் பொருட்கள் முதலில் கிளிசரால் மற்றும் கொழுப்பு அமிலங்களாக நீரால் பகுத்தல் முறையில் மாற்றப்படுகின்றன. பின்னர் கிளிசராலுடன் பாஸ்பேட் சேர்க்கப்பட்டு, ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்யப்பட்டு டைஹைட்ரோஅசிடோன் பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்பட்டு, கிளைகாலிஸிஸ் வழிப் பாதையில் சிதைக்கப்படுகிறது. கொழுப்பு அமிலங்கள் (Falty acids) பீட்டா - ஆக்ஸிஜனூட்ட வழிப் பாதை (β-oxidatron Pathway)யில் அசட்டைல் - துணை நொதி-ஏ (acetyl Coenzyme-A)யாக மாற்றப்பட்டு, டி.சி.ஏ. சுழற்சியில் செலுத்தப்பட்டு சக்தி பெறப் பயன்படுத்தப்படுகிறது (படம் 6.19) அல்லது உயிர்ப்பொருள் இணைவாக்கம் (Biosynthesis) செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 6.19 கொழுப்பு அமில β ஆக்ஸிஜனூட்டம்

புரத மற்றும் அமினோ அமில சிதைப்பு (Protein and Amino Acid Catabolism)

சில பாக்டீரியாக்களும், பூஞ்சைகளும் குறிப்பாக நோயூக்கிகள், உணவுப் பொருள் பாழ்படுத்துபவை, மற்றும் மண் நுண்ணுயிர்கள் போன்றவை புரதப் பொருட்களை சக்தியைப் பெறுவதற்கு உபயோகிக்க வல்லவை. அவை புரோட்டியேஸ் (Protease) என்ற நொதியைச் சுரந்து புரதத்தை அமினோ அமிலங்களாக நீரால் பகுத்தல் முறையில் மாற்றி, செல்லினுள் எடுத்துக் கொண்டு பின்னர் அவற்றைச் சிதைக்கின்றன. அப்போது முதலில் அமினோ அமிலங்களிலிருந்து அமினோ மூலக்கூறு நீக்கம் (Deamination) செய்யப்படுகிறது. இது அமினோ மூலக்கூறு இடமாற்றத்தின் (transamination) மூலம் நடைபெறுகிறது. அப்போது ஒரு அமினோ



படம் 6.20 அமினோ மூலக்கூறு இடமாற்றம்

மூலக்கூறு அமினோ அமிலத்திலிருந்து ஆல்பா-கீட்டோ அமில ஏற்பிக்கு (α-keto acid acceptor) மாற்றப்படுகிறது (படம் 6.20). அவ்வாறு பெறப்படும் கரிம அமிலம் (Organic acid) பைருவேட்டாகவும், பின்னர் அசட்டைல் துணை நொதி ஏ-வாகவும் மாற்றப்பட்டு, டி.சி.ஏ. சுழற்சியில் செலுத்தப்பட்டு சக்தி பெறப்படுகிறது. மேலும் அவ்வாறு உண்டாகும் இடைநிலைப் பொருட்கள் பல உயிர்ப் பொருள் இணைவாக்கத்திற்கும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. அமினோ நீக்கத்தின்போது உண்டாகும் உபரியான நைட்ரஜனானது கழிவுப் பொருளாக வெளியேற்றப்படுகின்றது.

கரிம மூலக்கூறுகள் ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்தல் (Oxidation of Inorganic Molecules)

சில நுண்ணுயிர்கள் கால்வின் சுழற்சியின் மூலம் கார்பன் ஆதாரங்களை உபயோகிக்கின்றன. பல பாக்டீரியாக்கள் ஹைட்ரஜனை ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்து சக்தி உற்பத்தி செய்ய வல்லவை. நைட்ரஸோமோனாஸ்(*Nitrosomonas*) மற்றும் நைட்ரஸோஸ்போரியா (*Nitrososporia*) ஆகியவை நைட்ரஜனை ஆக்ஸிகரணம் செய்யும் நுண்ணுயிர்களாகும்.

ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis)

பல நுண்ணுயிர்கள் ஒளிச்சக்தியைக் கவர்ந்து ஏ.டீ.பி மற்றும் என்.ஏ.டி.எச். அல்லது என்.ஏ.டி.பி.எச். ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்யக்கூடியவை. இத்தகைய ஒளிச்சக்தியைக் கவர்ந்து வேதியச் சக்தியாக மாற்றும் செயலுக்கு "ஒளிச்சேர்க்கை" என்று பெயர். இந்த ஒளிச்சேர்க்கையானது உலகில் நிகழும் மிக முக்கியமான வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களுள் ஒன்றாகும். ஏனெனில் பெரும்பாலான உயிர்களின் சக்தி ஆதாரமாக இச்செயல் இருக்கிறது. இவ்வாறு ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் உயிரினங்கள் மற்ற உயிரினங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஏ.டீ.பி மற்றும் என்.ஏ.டி.பி.எச். போன்ற பொருட்களைத் தருவதுடன் சூழலின் ஆக்ஸிஜன் அளவை மீட்டு நிறைப்பதற்கும் காரணமாகின்றன. பெரும்பாலும் ஒளிச்சேர்க்கையானது பெரிய தாவரங்களுடன் இணைத்துப் பேசப்பட்டாலும் உலகில் நிகழும் ஒளிச்சேர்க்கையில் பாதிக்கும் மேல் நுண்ணுயிர்களால் நிகழ்த்தப்படுகின்றது.

ஒளிச்சேர்க்கையை இரண்டு பகுதியாகப் பிரிக்கலாம் 1) ஒளி வினை (Light reaction) 2) இருள் வினை (Dark reaction). ஒளி வினையின் போது ஒளிச்சக்தி கவரப்பட்டு வேதியச்சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. அவ்வாறு பெறப்பட்ட சக்தியைக் கொண்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஒடுக்கம் அல்லது நிலைநிறுத்தம் செய்யப்பட்டு செல்பொருளாக இருள் வினையின் போது மாற்றப்படுகிறது.

1. உட்கருவுடைய உயிர்களிலும், சையனோ பாக்டீரியாக்களிலும் ஏற்படும் ஒளி வினை

அனைத்து ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் உயிரினங்களும் ஒளியை உட்கவர நிறமிகளைப் பெற்றுள்ளன. மிக முக்கியமான நிறமி குளோரோபில்கள் எனப்படும் பச்சையங்களாகும். பல வகையான குளோரோபில்கள் காணப்பட்டாலும் குளோரோபில் 'ஏ' மற்றும் குளோரோபில் 'பி' ஆகியவை மிக முக்கியமானவையாகும். குளோரோபில் சிகப்பு மற்றும் நீல ஒளிகளை உறிஞ்சி பச்சை ஒளியை வெளியிடுவதால் பெரும்பாலான ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் உயிரினங்கள் பச்சை நிறமாக இருக்கின்றன. மற்ற வகைகளிலான நிறமிகளும் உள்ளன. அவற்றுள் மிகவும் பரவலாகக் காணப்படுவது காரோட்டினாய்டுகளாகும் (Carotenoids). பீட்டா – காரோட்டின் பல வகையான ஆல்காக்களில் காணப்படுகிறது. பியூக்கோசான்தின் (Fucoxanthin) டையாட்டம்கள், டைனோஃபிளஜெல்லேட்டுகள், புழுப்பு ஆல்காக்களில் காணப்படுகின்றது. சிகப்பு ஆல்காக்களிலும், சையனோபாக்டீரியாக்களிலும் பைக்கோபிலிபுரோட்டீன்கள் (Phycobiliproteins) எனப்படும் ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் நிறமிகள் காணப்படுகின்றன. பைக்கோ எரித்தின் (Phycoerythrin) என்பது சிகப்பு நிற நிறமியாகும். பைக்கோசையனின் (Phycocyanin) என்பது நீல நிற நிறமியாகும்.

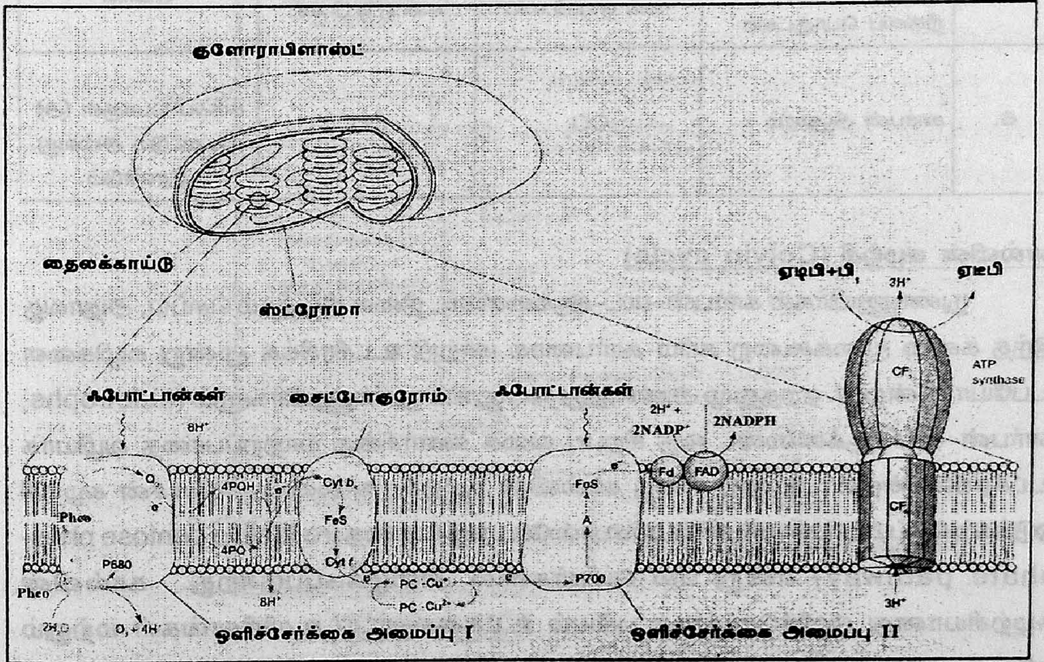
காரோட்டினாய்டுகளும், பைக்கோபிலி புரோட்டீன்களும் துணை நிறமிகள் (accessory pigments) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. குளோரோபில்களால் நீல – பச்சை முதல் மஞ்சள் ஒளி அலை வரை அதாவது 470 முதல் 630nm வரையுள்ள ஒளி அலைகளில் செயல்பட இயலாது; துணை நிறமிகள் இந்த ஒளி அலை வரிசைகளில் சக்தியைக் கவர்ந்து அதை குளோரோபில்லுக்கு இடமாற்றம் செய்கின்றன. இவ்வகையில் ஒளிச்சேர்க்கையை இவை மிகவும் திறம்பட நடத்த உதவி புரிகின்றன.

குளோரோபில்களும், துணை நிறமிகளும் மிகவும் சிறப்பமைந்த ஆன்டென்னாக்கள் எனப்படும் உணர்கொம்புகளாக (antennas) அமைக்கப் பெற்றுள்ளன. இதன் மூலம் ஒளியைக்கிரகிக்கும் பரப்பளவு அதிகரிக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு உணர்கொம்பிலும் சுமார் 300 குளோரோபில் மூலக்கூறுகளிருக்கும். ஒளிச்சக்தி இந்த உணர்கொம்புகளில் உட்கவரப்பட்டு ஒரு குளோரோபில்லிருந்து மற்றொரு குளோரோபில்லுக்கு மாற்றம் செய்யப்பட்டு இறுதியில் வினை – மைய குளோரோபில்லை (reaction - centre chlorophyll) அடைகிறது. அங்கு நேரடியாக ஒளிச்சேர்க்கை எலக்ட்ரான் கடத்தல் நிகழ்கிறது. உட்கருவுடைய செல்கள் மற்றும் சையனோபாக்டீரியாவில் இரண்டு வகையான உணர்கொம்புகள் உள்ளன.

1) ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் அமைப்பு I: இதில் 680nm-க்கு அதிகமாக ஒளி அலைவரிசை உட்கவரப்பட்டு P700 எனப்படும் ஒரு சிறப்பு வகை குளோரோபில் 'ஏ' -க்குள் செலுத்தப்படுகிறது. 2) ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் அமைப்பு II: இதில் 680nm-க்கு குறை ஒளி அலைவரிசை உட்கவரப்பட்டு மற்றொரு சிறப்பு வகையான குளோரோபில்க்கு மாற்றப்படுகிறது. இந்த இருவகை ஒளிச்சேர்க்கை அமைப்புகளும் படம் 6.21-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

பச்சை மற்றும் இளஞ்சிவப்பு பாக்டீரியாக்களில் (Green and Purple Bacteria) ஒளி வினை

பட்டியல் 6.21-ல் சுட்டிக்காட்டியுள்ளபடி பச்சை மற்றும் இளஞ்சிவப்பு பாக்டீரியாக்களில் ஒளிச்சேர்க்கையானது மற்ற சையனோ பாக்டீரியா மற்றும் உட்கருவுடைய, ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் உயிரினங்களிலிருந்து பல வகைகளில் வேறுபடுகிறது. மிகமுக்கியமாக பச்சை மற்றும் இளஞ்சிவப்பு பாக்டீரியாக்கள் நீரை ஒரு எலக்ட்ரான ஆதாரமாகக் கொள்வதில்லை. மேலும் அவை ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுவதில்லை. எனவே அவை ஆக்ஸிஜன் வெளியிடாதவை (anoxygenic) எனப்படுகின்றன. மாறாக சையனோ பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் உட்கருவுடைய உயிரினங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது ஆக்ஸிஜனை வெளியிடுகின்றன. எனவே அவை ஆக்ஸிஜன் வெளியிடுபவை



படம் 6.21 ஒளிச்சேர்க்கை இயங்கமைப்பு
(The Mechanism of Photosynthesis)

(oxygenic) எனப்படுகின்றன. மேலும் பச்சை மற்றும் இளஞ்சிவப்பு பாக்டீரியாக்களில் பாக்டீரியோ குளோரோபில்கள் (Bacteriochlorophylls) எனப்படும் சிறிது வேறுபாடமைந்த ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் நிறமிப் பொருள்கள் காணப்படுகின்றன.

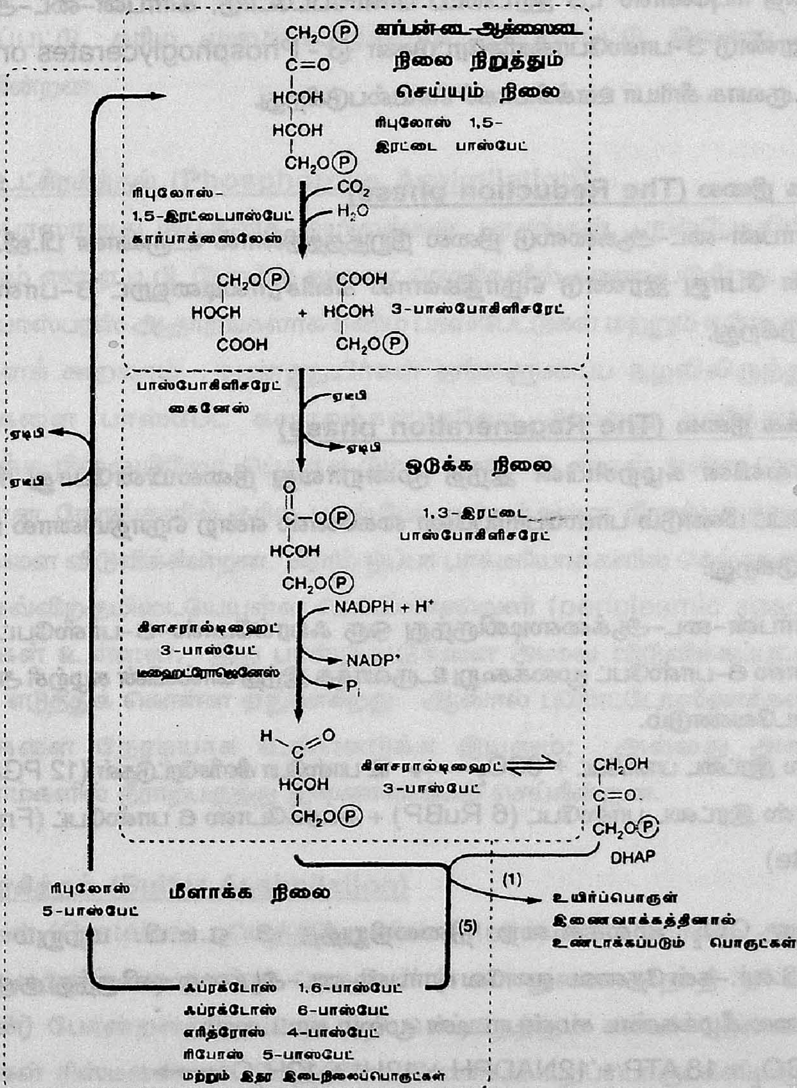
பட்டியல் - 6.1 நுண்ணுயிர் ஒளிச்சேர்க்கை அமைப்பின் பண்புகள்
(Properties of Microbial Photosynthetic system)

வரிசை எண்.	பண்பு (Property)	உட்கருவுடையன	சையனோ பாக்டீரியாக்கள்	பச்சை மற்றும் இளஞ்சிவப்பு பாக்டீரியாக்கள்
1.	ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் நிறமிகள்	குளோரோபில் 'ஏ'	குளோரோபில் 'ஏ'	பாக்டீரியோ குளோரோபில்கள்
2.	ஒளிச்சேர்க்கை அமைப்பு - II	உண்டு	உண்டு	இல்லை
3.	ஒளிச்சேர்க்கையின் எலக்ட்ரான் வழங்கி	H_2O	H_2O	H_2, H_2S, S, கரிமப்பொருட்கள்
4.	ஆக்ஸிஜன் வெளிவிடும் தன்மை	ஆக்ஸிஜன் வெளிவிடுபவை (Oxygenic)	ஆக்ஸிஜன் வெளிவிடுபவை (Oxygenic)	ஆக்ஸிஜன் வெளிவிடாதவை (Anoxygenic)
5.	சக்தி மாற்றத்தில் உண்டாகும் முதல் நிலைப் பொருட்கள்	ஏ.டீ.பி., என்.ஏ.டி.பி.எச்.	ஏ.டீ.பி., என்.ஏ.டி.பி.எச்.	ஏ.டீ.பி.
6.	கார்பன் ஆதாரம்	CO_2	CO_2	கரிமப் பொருள் (அ) O_2 மட்டும் அல்லது இரண்டும்

கால்வின் சுழற்சி (Colvin cycle)

நுண்ணுயிர்கள் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை நிலை நிறுத்தம் செய்ய, அதாவது இந்த கனிம மூலக்கூறை கரிம கார்பனாக மாற்றி உட்கிரகிக்க மூன்று வழிகளை உபயோக்கின்றன. ஏறத்தாழ அனைத்து தன்னூட்ட நுண்ணுயிர்களும் (autotrophs) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை ஒரு சிறப்பு வகை வளர்சிதை மாற்றப்பாதை வழியாக உட்கிரகிக்கின்றன; இந்தப்பாதை கால்வின் சுழற்சி, கால்வின்-பென்சன் சுழற்சி ஒடுக்கம் செய்யப்பெற்ற பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழிப்பாதை (reductive pentose phosphate pathway) என்று பல பெயர்களில் அழைக்கப்புடுகிறது. கால்வின் சுழற்சியானது ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் உட்கருவுடைய உயிரினங்கள் மற்றும் புரோகேரியோட்டுகளில் காணப்படுகின்றது. ஆனால் ஆர்கேயோவிலும், சில காற்றில்லா நிலைவாழ் பாக்டீரியாக்கள் (anaerotic bacteria) மற்றும் நுண்ணளவு

காற்றுள்ள நிலைவாழ் பாக்டீரியாக்களிலும் (microaerophilic bacteria) இந்தக் கால்வின் சுழற்சி காணப்படவில்லை. மாறாத சில ஆர்க்கேயாக்களில் (எ.கா. தெர்மோ புரோட்டியஸ், சல்போலோபஸ்) மற்றும் குளோரோபியம், டீசல்போபாக்டர் போன்ற சில பாக்டீரியாக்களில் இதற்கு பதிலாக ஒடுக்கம் செய்யப் பெற்ற டிரைகார்பாக்ஸைலிக் அமில வழிப்பாதை (reductive pentose tricarboxylic acid pathway) காணப்படுகிறது. சில மீத்தேன் உற்பத்தி செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் (Methanogens) சல்பேட் ஒடுக்கம் செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் (sulphate reducers) மற்றும் நொதித்தலின் போது கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடிலிருந்து அசிடேட் உண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்களிலும், மற்றொரு பாதையான அசிட்டைல் துணைநொதி, 'ஏ'-வழிப்பாதை (acetyl-CoA pathway) காணப்படுகிறது.



படம் 6.22 கால்வின் சுழற்சி

கால்வின் சுழற்சியானது குளோரோபில்களின் ஸ்ட்ரோமாவில் (Chylorophyl stroma) நடைபெறுகிறது. சையனோபாக்டீரியாக்கள், சில நைட்ரஜனாக்கம் செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் தையோபாஸில்லை (throbacilli)களில் கார்பாக்சிசோம்களில் (Carboxysomes) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு நிலை நிறுத்தம் செய்தல் நடைபெறுகிறது. இந்தக் கால்வின் சுழற்சியை மூன்று நிலைகளாகப் பிரிக்கலாம். (படம் 6.22)

1. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை நிலைநிறுத்தம் செய்யும் நிலை (The carboxylation phase)

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு நிலைநிறுத்தம் (அ) கார்பாக்ஸைலேஷன் என்பது ரிபுலோஸ் இரட்டை பாஸ்பேட் கார்பாக்ஸைலேஸ் என்ற நொதியினால் ஏற்படுகிறது. இந்த நொதி ரிபுலோஸ் 1,5 இரட்டைப் பாஸ்பேட்டோடு, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு சேர்ந்து இரண்டு 3-பாஸ்போகிளிசரேட்டுகள் (3 - Phosphoglycerates or PGA (அ) பி.ஜி.ஏ) உருவாக கிரியா ஊக்கியாகச் செயல்படுகிறது.

2. ஒடுக்க நிலை (The Reduction phase)

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு நிலை நிறுத்தத்தினால் உருவான பி.ஜி.ஏ. இந்த நிலையின் போது இரண்டு நொதிகளால் கிளிசரால்டிஹைட் 3-பாஸ்பேட்டாக மாற்றப்படுகிறது.

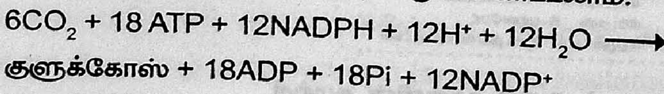
3. மீளாக்க நிலை (The Regeneration phase)

கால்வின் சுழற்சியின் இந்த மூன்றாவது நிலையின்போது ரிபுலோஸ் பைபாஸ்பேட் மீண்டும் பாஸ்போரிபுலோ கைனேஸ் என்ற நொதியினால் மீளாக்கம் செய்யப்படுகிறது.

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடிலிருந்து ஒரு ஃப்ரக்டோஸ்-6-பாஸ்பேட் அல்லது குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட் மூலக்கூறு உருவாக்க இந்த கால்வின் சுழற்சி ஆறுமுறை இயக்கப்படவேண்டும்.

6 ரிபுலோஸ் இரட்டை பாஸ்பேட் + $6CO_2 \longrightarrow$ 12 பாஸ்போ கிளிசரேட்டுகள் (12 PGA) $\longrightarrow$
6 ரிபுலோஸ் இரட்டை பாஸ்பேட் (6 RuBP) + ஃப்ரக்டோஸ் 6 பாஸ்பேட் (Fructose 6-Phosphate)

ஒரு CO_2 மூலக்கூறை நிலைநிறுத்த 3 ஏ.டீ.பி. மற்றும் இரண்டு என்.ஏ.டி.பி.எச்.-கள் தேவை. எனவே கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடிலிருந்து குளுக்கோஸ் உருவாதலை கீழக்கண்ட சமன்பாட்டின் மூலம் காட்டலாம்.



$6CO_2 + 18\,ATP + 12NADPH + 12H^+ + 12H_2O \longrightarrow$
குளுக்கோஸ் + $18ADP + 18Pi + 12NADP^+$

மேற்கண்ட வினைகளுக்குத் தேவையான ஏ.டீ.பி. மற்றும் என்.ஏ.டி.பி.எச்.கள் ஒளிவினையின் (Light Reaction) மூலமாகவோ அல்லது கனிம தன்னூட்டவுயிர்கள் கனிமப் பொருட்களை ஒடுக்கம் செய்யும் போதோ பெறப்படுகின்றன. இவ்வாறு கால்வின் சுழற்சியில் உண்டாகும் சர்க்கரைப் பொருட்கள் மற்ற அத்தியாவசிய மூலக்கூறுகளை உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நுண்ணுயிர்களில் கனிம பாஸ்பரஸ், சல்பர் மற்றும் நைட்ரஜன் உட்கிரகித்தல் (The Assimilation of Inorganic Phosphorous, Sulfur and Nitrogen)

நுண்ணுயிர்களுக்கு கார்பன், ஆக்ஸிஜன் மட்டுமின்றி, பெருமளவிலான பாஸ்பரஸ், சல்பர் மற்றும் நைட்ரஜன் ஆகியவை அவற்றின் பல பொருட்களை உயிரிணைவாக்கம் செய்யத் தேவைப்படுகிறது. இவை ஒவ்வொன்றும் பல வழிகளில் உட்கிரகிக்கப்பட்டு, கரிம மூலக் கூறுகளாக மாற்றப்பட்டு இணைப்பாக்கம் செய்யப்படுகின்றன.

பாஸ்பரஸ் உட்கிரகித்தல் (Phosphorous Assimilation)

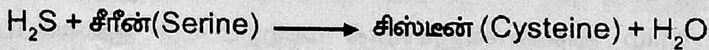
பாஸ்பரஸானது நியூக்ளிக் அமிலங்கள், புரதங்கள், பாஸ்போலிபிடுகள், ஏ.டீ.பி. மற்றும் என்.ஏ.டி.பி. போன்ற துணை நொதிகளில் காணப்படுகிறது. மிகவும் பொதுவான பாஸ்பரஸ் ஆதாரங்களாக கனிம பாஸ்பேட்டுகள் மற்றும் கரிம பாஸ்பேட் எஸ்டெர்களைக் கூறலாம். நுண்ணுயிர்கள் தங்களுடைய சூழலிலிருந்து கரிம பாஸ்பேட்டுகளை பாஸ்பேட் கரைசல்களாகவோ அல்லது தனித்துகள்கள் ஒன்றிணைந்த நிலையிலோ பெறக்கூடும். பாஸ்படேஸ்கள் என்ற நொதிகள் பெரும்பாலான நேரங்களில் கரிம பாஸ்பேட் எஸ்டர்களை நீராற்பகுத்து கனிம பாஸ்பேட்டுகளை விடுவிக்கின்றன. கிராம் ஒப்பா பாக்டீரியாக்களில் செல்சுவருக்கும், பிளாஸ்மா சவ்விற்குமிடையேயுள்ள பெர்பிளாசவெளி (periplasmic space)யில் பாஸ்படேஸ்கள் உள்ளன. இது பாஸ்பேட்டுகளை அவை விடுவிக்கப்பட்டவுடன் செல்லினுள் எடுத்துக் கொள்ள ஏதுவாகிறது. ஆனால் புரோட்டோஸீவாக்கள் கரிம பாஸ்பேட்டுகளை நேரடியாக உள்ளெடுக்க இயலும்; அல்லது அவற்றை லைஸோசோம்களில் நீராற்பகுத்து இணைவாக்கம் செய்கின்றன.

சல்பர் உட்கிரகித்தல் (Sulfar Assimilation)

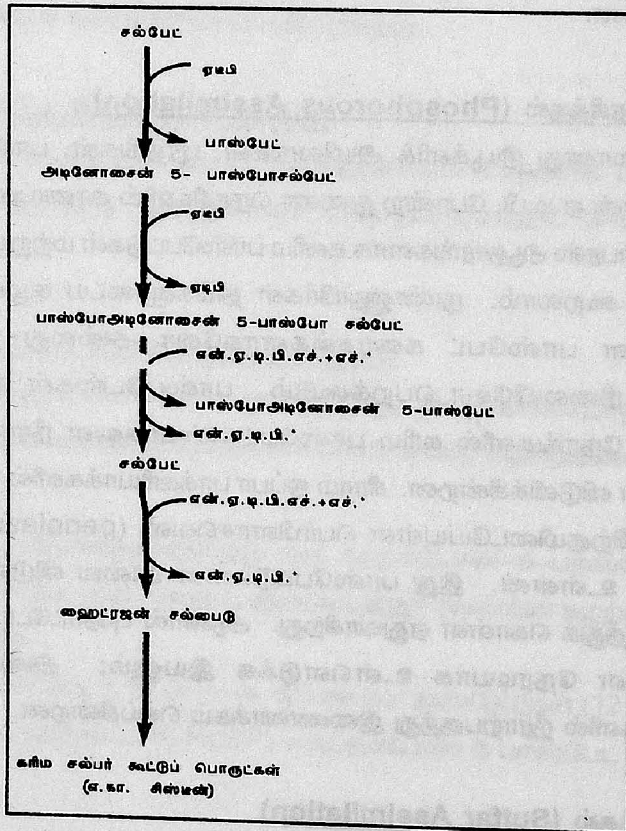
சிஸ்டீன் (Cysteine) , மெத்தியோனின் (Methionine) போன்ற அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் பல துணை நொதிகள் (எ.கா. துணை நொதி 'ஏ' மற்றும் பையோட்டின்) போன்றவற்றை உற்பத்தி செய்வதற்கும் சல்பர் தேவை. பல நுண்ணுயிர்கள் சிஸ்டீனையும், மெத்தியோனினையும் புறப்பொருட்களிலிருந்தும் செல்லிலுள்ள அமினோ அமிலச் சேமிப்புக்களிலிருந்தும் பெறுகின்றன.

அதுவன்றியும், சல்பேட்டும் உயிர்ப்பொருள் இணைவாக்கத்திற்குத் தேவையான சல்பரைத் தருகிறது. ஆனால் சல்பேட்டிலுள்ள சல்பர் அணுவானது சிஸ்டீன் மற்றும் இதர கரிம மூலக்கூறுகளிலுள்ள சல்பரைவிட அதிக ஆக்ஜனூட்டம் பெற்றது. எனவே அது உட்கிரகிக்கப்படுமுன் ஒடுக்கம் செய்யப்பட வேண்டும். இதற்கு உட்கிரகிப்பு சல்பேட் ஒடுக்கம் (assimilatory sulfate reduction) என்று பெயர். இது ஒரு சிக்கலான செயல் வழியாகும். இதில் சல்பேட்டானது முதலில் சல்பைட்டாகவும் (So_3^{2-}) பின்னர் ஹைட்ரஜன் சல்பைடாகவும் ஒடுக்கம் (H_2S) செய்யப்படுகிறது (படம் 6.23). இந்த ஹைட்ரஜன் சல்பைடிலிருந்து சிஸ்டீன் இருவழிகளில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

1. பூஞ்சைகள் ஹைட்ரஜன் சல்பைடுடன் சீரீனை (Serine) இணைத்து சிஸ்டீனை உண்டாக்குவது போல் தோன்றுகிறது.



H_2S + சீரீன்(Serine) ⟶ சிஸ்டீன் (Cysteine) + H_2O



படம் 6.23 சல்பேட் ஒடுக்க வழிப்பாதை

2. ஆனால் பல பாக்டீரியாக்கள் ஹைட்ரஜன் சல்பைடுடன் O - அசிட்டைல் சீரீனை (O-acetylserine) இணைத்து சிஸ்டீனை உருவாக்குகின்றன.

O - அசிட்டைல் சீரீன் H_2S ⟶ அசிடேட் (acetate)

O - அசிட்டைல்சீரீன் ⟶ சிஸ்டீன் (Cysteine)

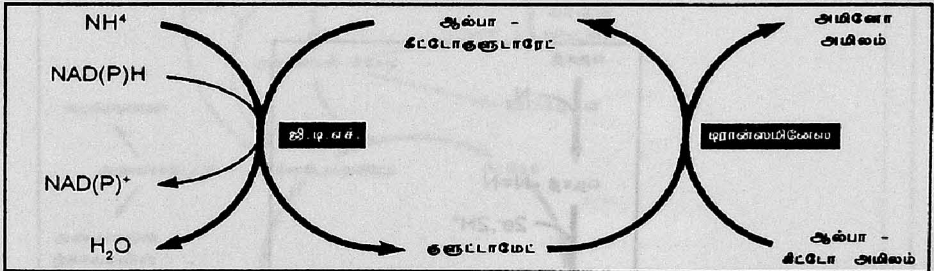
சிஸ்டீன் உருவாக்கப்பட்ட பின் அது மற்ற சல்பர் பெற்ற கரிமப் பொருட்கள் உற்பத்தி செய்வதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நைட்ரஜன் உட்கிரகித்தல் (Nitrogen Assimilation)

புரதங்கள், நியூக்ளிக் அமிலங்கள், துணை நொதிகள் மற்றும் பல செல் பொருட்களின் முக்கிய ஆக்கக் கூறாக (Component) நைட்ரஜன் இருப்பதால், செல்லின் கனிம நைட்ரஜனை உட்கிரகிக்கும் ஆற்றல் மிகவும் இன்றியமையாத ஒன்றாகும். வெளியில் நைட்ரஜன் வாயு மிக அதிகமாகக் காணப்பட்டாலும் ஒரு சில நுண்ணுயிர்களே அதை ஒடுக்கம் செய்து நைட்ரஜன் ஆதாரமாக உபயோகிக்க இயலும். பெரும்பாலான நுண்ணுயிர்கள் நைட்ரஜனை அம்மோனியாகவோ அல்லது நைட்ரேட்டாகவோ இணைப்பாக்கம் செய்கின்றன. நுண்ணுயிர்களின் அம்மோனியா இணைவாக்க வழிப்பாதை (Ammonia Assimilation Pathway) படம் 6.24-லும், உட்கிரகிக்கும் நைட்ரேட் ஒடுக்கம் (Assimilative Nitrate Reduction) படம் 6.25-லும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

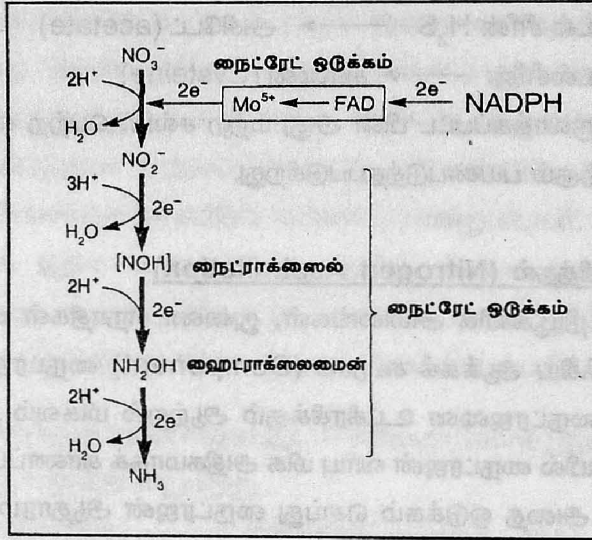
நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் (Nitrogen Fixation)

வெளியிலுள்ள நைட்ரஜன் வாயுவை அம்மோனியாவாக ஒடுக்கம்



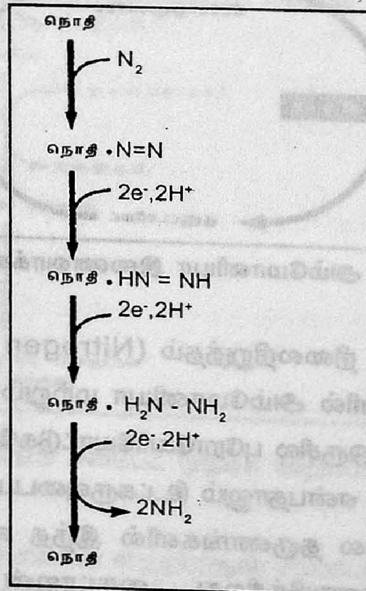
படம் 6.24 அம்மோனியா இணைவாக்க வழிப்பாதை

செய்வதற்கு நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் (Nitrogen Fixation) என்று பெயர். பெரும்பாலான இடங்களில் அம்மோனியா மற்றும் நைட்ரேட்டுகளின் அளவு குறைவாயிருப்பதாலும், ஒருசில புரோகேரியோட்டுகளே இந்த நைட்ரஜன் நிலை நிறுத்தம் செய்ய இயலும் என்பதாலும் (உட்கருவுடைய செல்களில் இந்த ஆற்றல் முற்றிலும் இல்லை), பல தருணங்களில் இந்த நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் தாவர வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கிறது. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் செய்யும் உயிரினங்களாவன 1) சுயவாழ் பாக்டீரியாக்கள் (Free living bacteria)



படம் 6.25 உட்கிரகிக்கும் நைட்ரேட் ஒடுக்கம்

எ.கா. அசோபாக்டர் (Azobacter), க்ளெப்சியெல்லா (Klebsiella), க்ளாஸ்ட்ரீடியம் (Clostridium) மற்றும் மெத்தனோகாக்கஸ் (Methanococcus). 2) வேர் முடிச்சுகளுள்ள தாவரங்களில் இணை வாழ்விகளாக இருக்கும் பாக்டீரியாக்கள் (எ.கா. ரைசோபியம், Rhizobium). 3) சையனோபாக்டீரியாக்கள் (எ.கா. நோஸ்டோக் (Nostoc) மற்றும் அனபீனா(Anabaena).

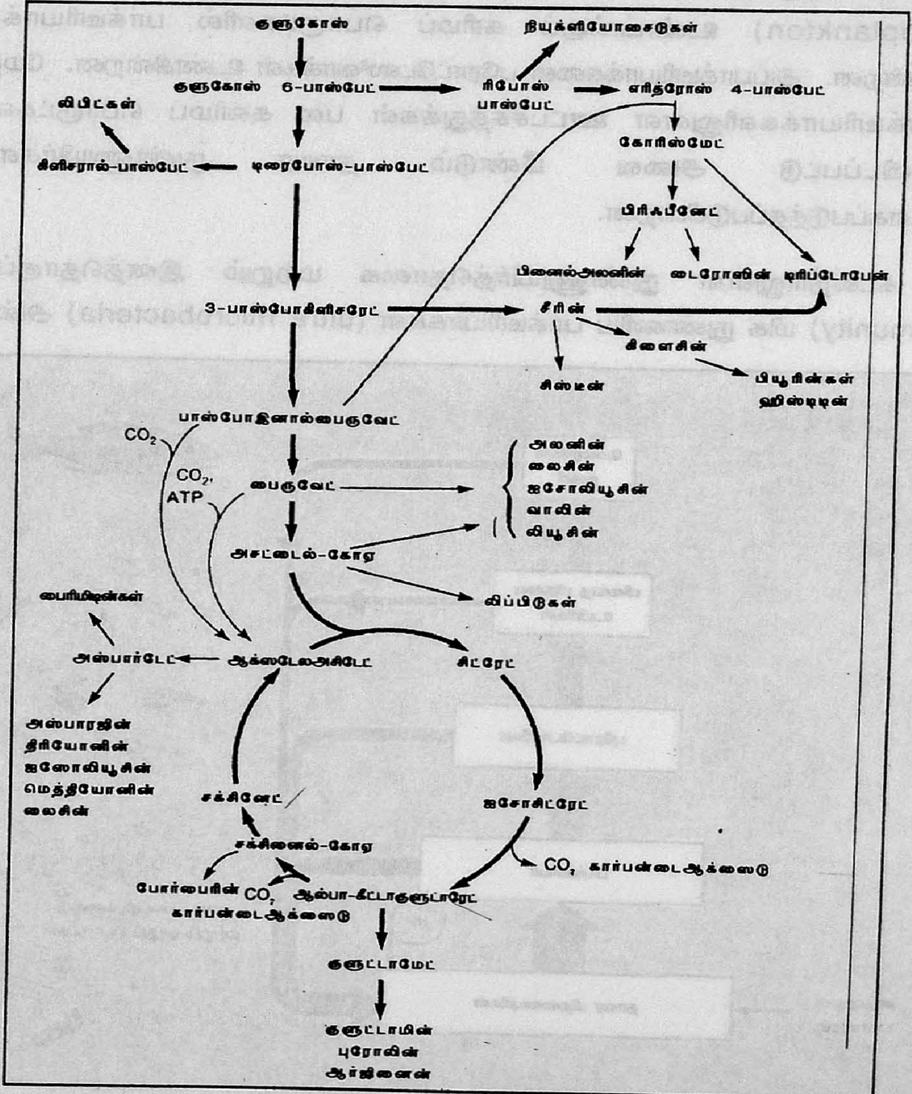


படம் 6.26 நைட்ரஜன் ஒடுக்கம்

நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக ஒடுக்கம் செய்தலில் நைட்ரோஜெனேஸ் (Nitrogenase) என்ற நொதி கிரியா ஊக்கியாக செயல்படுவதன் மூலம் நிகழ்த்தப் படுகிறது. இந்த செயல்வழிகள் இதுவரைத் தெளிவாக அறியப்படவில்லையாயிலும், நைட்ரஜன் ஒடுக்கம் படம் 6.26-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் இரண்டு எலக்ட்ரான் இணைப்புகளின் மூலம் நிகழ்த்தப்படுகிறது என்று நம்பப்படுகிறது.

வளர்ச்சி மாறங்களின் அமைப்புமுறை (The Organization of Anabolism)

அமினோ அமில் உயிரிணைவாக்கம் மற்றும் இருவழி வளர்சிதை மாற்ற வழிப்பாதைகளின் ஒருங்கிணைப்புமுறை படம் 6.27-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6.27 வளர்ச்சி மாற்றங்களின் ஒருங்கமைப்பு
(The Organization of Anabolism)

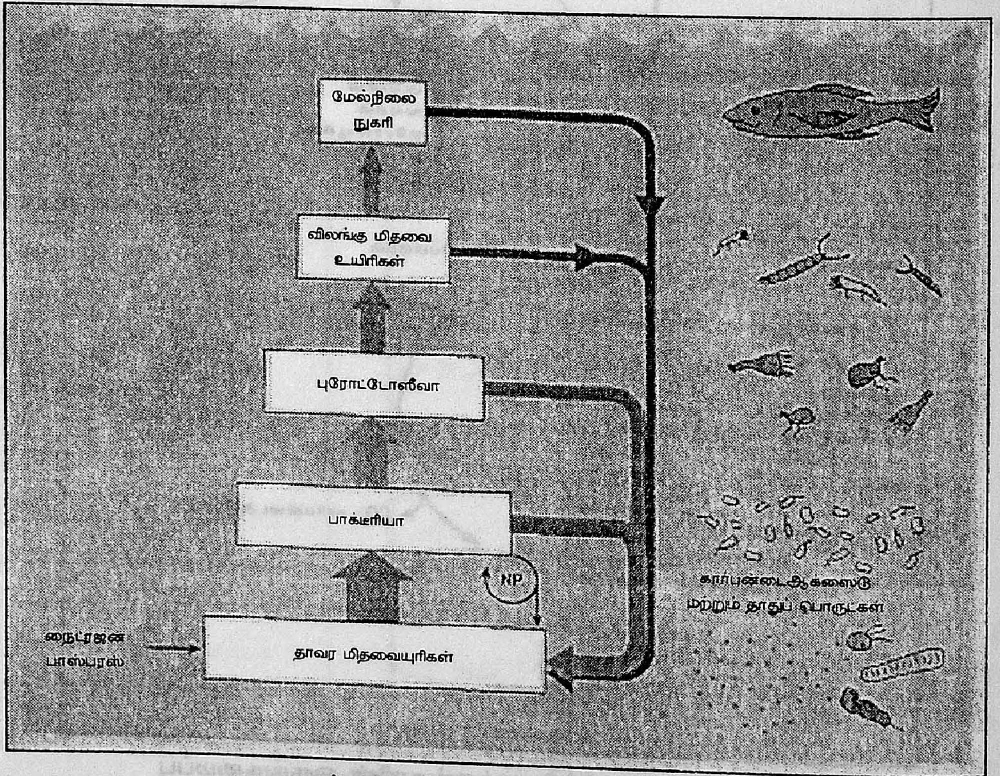
7

நீர் நுண்ணுயிரியல் (AQUATIC MICROBIOLOGY)

பலவகை நுண்ணுயிர்கள் வாழ்வதற்கு ஏதுவான சூழலை நீர் நிலைகள் தருகின்றன. (பட்டியல் 7.1) அவ்வாறு நீர்நிலைகளில் வாழும் நுண்ணுயிர் வகைகள், நீர் நிலைகளிலுள்ள ஊட்டச்சத்துக்கள், ஆக்ஸிஜன், ஒளி ஊடுருவல் மற்றும் இதர நீர்ச்சூழல்களுக்கேற்ப வேறுபடுகின்றன.

நுண்ணுயிர் வளையம் (படம் 7.1) நீர் நிலைகளில் காணப்படும் உணவு வலைகளில் ஒரு முக்கிய அங்கமாகும். இதன் மூலம் தாவர மிதவையுரிகள் (Phytoplankton) உண்டாக்கும் கரிமப் பொருட்களில் பாக்டீரியாக்கள் வளர்கின்றன. அப்பாக்டீரியாக்களை புரோட்டேஸ்வாக்கள் உண்கின்றன. மேலும் அப்பாக்டீரியாக்களிலுள்ள ஊட்டச்சத்துக்கள் பல கனிமப் பொருட்களாக வெளிவிடப்பட்டு அவை மீண்டும் தாவர நுண்ணுயிர்களால் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

கடல்நீரிலுள்ள நுண்ணுயிர்த்தொகை மற்றும் இனத்தொகுப்பில் (community) மிக நுண்ணிய பாக்டீரியாக்கள் (ultra microbacteria) அல்லது



படம் 7.1 நுண்ணுயிர் வளையம்

நானோ பாக்டீரியாக்கள் (Nano bacteria) பெரும்பகுதியாக (எண்ணிக்கை மற்றும் தொகுப்பளவிலும்) உள்ளன. அதற்கு ஸ்பிங்கோமோனாஸ் (*Sphingomonas*) என்ற இனம் ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும். மற்றொரு அசாதாரணமான பாக்டீரிய இனம், ஆப்பிரிக்க மேற்குக் கடற்கரைகளில் காணப்படும் தையோமார்கேரிட்டா நமீபியென்ஸிஸ் (*Thiomargarita namibiensis*) என்னும் உலகின் மிகப்பெரிய பாக்டீரியாவாகும் (100 முதல் 200hm அகலமுடையது. அதுபோலவே சிலி கடற்கரைப்பகுதிகளில் காணப்படும் தையோப்ளோகா (*Thioploca spp.*) என்ற பாக்டீரியாவும் ஊட்டச்சத்து அதிகமாயுள்ள இடங்களில் காணப்படுகிறது. நீர் மேற்பரப்பில் காணப்படும் ஸ்பேயெரோடைலஸ் (*Sphaerotilus*), லுயூக்கோதிரிக்ஸ் (*Leucothrix*) காலோபாக்டர் (Caulobacter), ஹைபோமைக்ரோபியம் (*Hyphomicrobium*) போன்றவை ஊட்டச்சத்துக்கள் வேறுபாடுகளை உபயோகிக்க வல்லவை. இவற்றுள் ஹைபோமைக்ரோபியம் நைட்ரேட் நீக்கம் செய்யக்கூடியவை.

நுண்ணிய பூஞ்சைகள் பெரும்பாலும் நிலப்பரப்பில் காணப்படுபவையானாலும், சிலவகைகள் கடல் மற்றும் நன்னீரிலும் வளரக்கூடியவை. அவற்றுள் வித்துக்களுடைய கைட்ரிட்கள் (chytrids) மற்றும், நாலாரவடிவமுடைய (tetradiate) இங்கோல்டியன் பூஞ்சைகளும் (Ingoldian fungi) முக்கிய வகைகளாகும். இவை இரண்டும் தனிச் சிறப்பமைந்த தகவமைப்புகளைப் பெற்றவை ; குறிப்பாகக் கைட்ரிட்கள் நீர்நில இருவாழ்விகளில் (amphibians) நோயுண்டாக்கக்கூடியவை.

ஒரு முக்கியமான சமீபகால கண்டுபிடிப்பானது கடல்நீரில் ஆர்கேயாக்கள் பெருமளவு காணப்படுகின்றன என்பதாகும். சுமார் மூன்றிலொரு பங்கு கடல் நீர்வாழ் நுண்மிதவையுயிரிகள் (Picoplankton) (இவை 2µm அளவிற்கும் சிறியவை) ஆர்கேயா வகையைச் சார்ந்தவையாகும்.

நீர்ச் சூழ்களில் பெருமளவு வைரஸ்களும் காணப்படுகின்றன. அவை பாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கையை விட 10 மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். அவற்றுள் பெரும்பாலானவை பாக்டீரிய உண்ணிகளாகும். இத்தகைய வைரஸ் மிதவையுயிரிகளும் (virioplankton) ஒரு முக்கிய நீர்வாழ் நுண்ணுயிர் இனத்தொகுதியாகும்.

உலகக் கடற்பரப்பின் பெரும்பகுதி ஐஸ்கட்டிகளால் மூடப்பட்டுள்ளது. பல நுண்ணுயிர்கள் இத்தகைய ஐஸ்கட்டிகளின் அடிப்பகுதியிலும், ஐஸ்கட்டி - கடல் நீர் இடைப்பகுதியிலும் (Sea water - ice interface) வாழக்கூடியவை. அவற்றுள் சில

இனங்கள் பின்வருமாறு : மரைனோபாக்டர் (*Marinobactor*), ஸைக்ரோஃப்ளெக்ஸஸ் (*Psychroflexus*), ஐசியோபாக்டர் (*Iceobactor*), போலிபாக்டர் (*Polibactor*) மற்றும் ஸைக்ரோமோனாஸ் அண்டர்டிகஸ் (*Psychromonas antarticus*).

மிக ஊட்டச்சத்து நிலையடைந்த (eutrophication or nutrient enrichment) ஏரிகளில் ஆல்காக்கள், பாக்டீரியாக்கள் போன்றவற்றின் வளர்ச்சி அதிகமிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக பாஸ்பரஸ் அதிகமுள்ள நன்னீர் நிலைகள் சையனோபாக்டீரியாக்களின் செயல்பாடு அதிகஅளவு இருக்கும். அனபீனா, நோஸ்டாக், சிலின்ட்ரோஸ்பெர்மம் (Cylindrospermum) போன்றவை நைட்ரஜன் நிலை நிறுத்தம் செய்யக்கூடியவை.

நீர்நிலைகளில் காணப்படும் நோயூக்கிகள் (Water borne pathogens)

வரலாற்றின் ஆரம்பகாலங்களிலிருந்து நீர் நோயூக்கிகளைப் பரப்பக்கூடிய ஒன்று என்று கருதப்பட்டு வந்துள்ளது. மேலும் மனிதனால் நீர் பல காரணங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் போது இத்தகைய நீரில் காணப்படும் நோயூக்கிகள் மனித சுகாதாரத்தில் பெருமளவு பங்கு வகிக்கின்றன. நீரை அடிப்படையாகக் கொண்ட நுண்ணுயிர் நோயூக்கிகள் பட்டியல்-7.2ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சில குறிப்பிட்ட வகை நுண்ணுயிர்களும் அவற்றின் எண்ணிக்கையும் நீரில் நோயுக்கிகள் இருப்பதை அடையாளம் காட்டப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கோலிபார்ம்கள் (coliforms), ஈ.கோலி உள்ளிட்ட என்டிரோபாக்டீரியேசியே (enterobacteriaceae) என்ற குடும்பத்தைச் சார்ந்தவையாகும். இவைகளில் ஈ.கோலி (E.coli) என்டிரோபாக்டர் ஏரோஜென்ஸ் (Enterobacter aerogens) மற்றும் க்ளெப்ஸியெல்லா நிமோனியே (Klebsiella pneumoniae) போன்றவையடங்கும். இவை ஒருகுறிப்பிட்ட அளவில் நீரில் கண்டுபிடிக்கக்கூடிய அளவில் இல்லையென்றால், அத்தகை நீர் குடிப்பதற்கேற்ற நீர் (potable water) எனப்படும். இத்தகைய பரிசோதனைக்கு மிகு நிகழ்தகவிற்குரிய எண்ணிக்கை (Most Probable Number) அதாவது எம்.பி.என். (M.P.N.) முறை என்று பெயர். நீரின் நுண்ணுயிர்த் தன்மையை படல வடிகட்டி முறை (Membrane Filtration Technique) முறையிலும் அறியலாம்.

பட்டியல் -7.1 : கடல் மற்றும் நன்னீர் நிலைகளில் காணப்படும் முக்கிய நுண்ணுயிர் வகைகள்

நுண்ணுயிர் வகை.	இனம் (Genera)
1. ஒளிச்சுய வாழ்விகள் (அ) ஒளித்தன்னூட்ட உயிர்கள் (photoautotrophs)	குளோரோபியம், குளோரோஹெர்பீட்டான், குரோமேட்டியம், பீலோடிக்டியான், தையோடிக்டியான், தையோபீடியா
2. ஒளிச் சார்ந்துண்ணிகள் (photoheterotrophs)	குளோரோஃபிளக்சஸ், ஹீலியோ பாக்டீரியம் ஹீலியோதிரிக்ஸ், ரோடோசைக்ளஸ், ரோடோமைக்ரோபியம், ரோடோஸூடோமோனாஸ், ரோடோஸ்பைரில்லம்
3. வேதியச் சார்ந்துண்ணிகள் (chemoheterotrophs)	பிளாஸ்டோபாக்டர், காலோபாக்டர், ஃபிளக்ஸி பாக்டர், ஃபிளக்ஸிதிரிக்ஸ், ஜெம்னோபாக்டர், ஹைஃபோமைக்ரோபியம், லியூக்கோதிரிக்ஸ், ஸ்பேயெரோடைலஸ்
4. வேதியக் கனிமத் தன்னூட்ட உயிர்கள் (chemolithoautrotrophs)	பெக்கியோட்டா, கேலியோனெல்லா, தையோப்ளோக்கா, தையோதிரிக்ஸ், தையோஊலம்.

பட்டியல் - 2 : நீர்ச்சார்ந்த நுண்ணுயிர் நோயூக்கிகள்

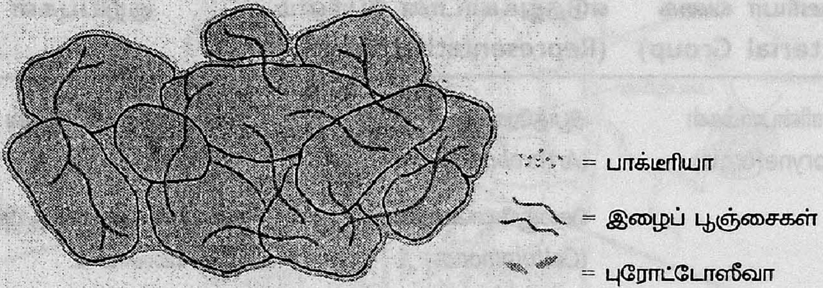
நுண்ணுயிர் பாக்டீரியாக்கள்	தேக்கிடம் (Reserooir)	குறிப்புகள்
1. ஏரோமோனாஸ் ஹைட்ரோபிலா (*Aeromonas hydrophila*)	சுயவாழ்வி (Free-living)	சில நேரங்களில் இரைப்பை - குடல் சார்ந்த நோய்களுக்கு காரணமாயிருப்பவை
2. காம்பைலோபாக்டர் (*Campylobacter*)	பறவைகள் மற்றும் விலங்குகள்	வயிற்றுப்போக்கிற்கு முக்கியக்காரணமாயிருப்பவை.
3. ஹெலிக்கோபாக்டர் பைலோர் (*Helicobacter pylori*)	சுயவாழ்விகள்	பி - வகை இரைப்பை யழற்சி, குடல்புண்கள் குடல்புற்று நோய்கள் போன்றவற்றை உண்டாக்கக்கூடும்.
4. லெஜியோனெல்லா நியுமோபிலா (*Legionella pneuomophila*)	சுயவாழ்விகள் மற்றும் புரோட்டோஸுவாக்களுடன் இணைந்து காணப்படுவை	குளிர்ந்த உயரமானக் கட்டிடங்கள், ஆவியாக்கிகள், உறையவைப்பன போன்றவற்றில் காணப்படும்.

5. லெப்டோஸ்பைரா (*Leptospira*)	நோய்தாக்கிய விலங்குகள்	மஞ்சள் காமாலை, இரத்தக்குழாய் வெடித்தல்
6. ஸீடோமோனாஸ் அருஜினோஸா (*Pseudomonas aeruginosa*)	சுயவாழ்விகள்	நீந்துநர் காதுநோய் போன்ற நோய்கள்
7. ஸால்மோனெல்லா என்டெரிடிடிஸ் (*Salmonella enteriditis*)	விலங்குகள் குடல்	பல நீர் நிலைகளில் சாதாரணமாகக் காணப்படும்.
8. விப்ரியோ காலரா (*Vibrio cholera*)	சுயவாழ்வி	பலநீர்நிலைகளிலும், கழிமுகங்களிலும் காணப்படும்.
9. விப்ரியோ பாராஹீமோலிட்டிகஸ் (*Vibrio parahaemolyticus*)	கடற்கரை நீர்களில் சுயவாழ்விகளாகக் காணப்படுபவை	ஓட்டுடை மீன்களை (shell fish)உண்பவர்களில் வயிற்றுப்போக்கு உண்டாக்குபவை.
10. யெர்சீனியா என்டிரோகோலிட்டிகா (*Yersinia enterocolitica*)	விலங்குகளிலும் சுற்றுச்சூழலிலும் சாதாரணமாகக் காணப்படுபவை.	நீர்மூலம் பரவும் இரைப்பை குடல் அழற்சி நோய்
<u>புரோட்டோஸ்வாக்கள்</u>		
1. அகான்தமீபா (*Acanthamoeba*)	சாக்கடைகள்	ஒருவகை மூளைக் காய்ச்சல், கருவிழியழற்சி மற்றும் விழிவெண்படலப் புண்கள் உண்டாக்கக்கூடியவை.
2. கிரிப்டோஸ்பொரீடியம் (*Cryptosporidium*)	பல பழக்கப்பட்ட அல்லது பழக்கப்படா விலங்குகளில் காணப்படுபவை	சிறுகுடல்-பெருங்குடல் அழற்சி நோய் உண்டாக்குபவை.
3. சைக்ளோஸ்போரா கேயெட்டெனென்ஸிஸ் (*Cyclospora cayetanensis*)	நீர்நிலைகள்	நீண்டநாட்கள் நீடிக்கக் கூடிய (சராசரியாக 43 நாட்கள்) வயிற்றுப் போக்கு உண்டாக்கக்கூடியவை.
4. கியார்டியா லாம்ப்ளியா (*Giardia lamblia*)	நீர்நாய்கள், ஆடுகள், நாய்கள், பூனைகள்	வசந்தகால வயிற்றுப் போக்கிற்கு முக்கியக் காரணி
5. நேஜ்லேரியா பவ்லரி (*Naegleria fowleri*)	வெப்ப நீர்நிலைகள், ஏரிகள், நீச்சற்குளங்கள்	மத்திய நரம்பு மண்டல நோய்கள், மூளையுறை அழற்சி நோய்கள் உண்டாக்கக்கூடியவை

8

மண் நுண்ணுயிரியல் (Soil Microbiology)

பல வகை மண் அமைப்புகள் பல்வேறு இயற்கைச் சூழல்களில் காணப்படுகின்றன. இவை பலவித இயற்பியல், வேதிய மற்றும் உயிரியல் காரணிகளால் தொடர்ந்து மாற்றம் பெற்றுக்கொண்டிருக்கின்றன. இத்தகைய மாற்றங்களில் நுண்ணுயிர்கள் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள் இச் சிக்கலான மண் அமைப்பை உபயோகப்படுத்தப் பலவித யுக்திகளைக் கையாள்கின்றன. பெரும்பாலான மண் பாக்டீரியாக்கள் மண் துகள்களின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றன(படம் 8.1). பெரும்பாலான நேரங்களில் பாக்டீரியாக்கள் மண் துகள்களுக்கிடையேயுள்ள இடைவெளிகளில் (2 முதல் 6μ ன் அகலமுள்ள இடைவெளிகளில்) காணப்படுகின்றன. தரைவாழ் இழைப்பூஞ்சைகள் மண் துகள்களுக்கிடையேயுள்ள ஆக்ஸிஜன் அளவு அதிகமுள்ள வெளிகளில் காணப்படும். அத்தகைய பூஞ்சைகள் ஆக்ஸிஜன் உட்புகாத ஸ்கிலிரோடியா (Sclerotia) மற்றும் இழைக்கற்றைகளைப் பெற்று இருக்கும்.



படம் 8.1 மண்ணில் நுண்ணுயிரிகள்

பலவகையான பூச்சிகள் மற்றும் விலங்குகளும் மண்ணில் வாழ்கின்றவை. அவை பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பூஞ்சைகளை உணவாக மட்டுமல்லாமல், அவை உண்ணும் தாவரப் பொருட்களைச் சிதைக்கவும் பயன்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மண்புழுக்கள் அவற்றின் கழிவுப்பொருளான நாங்கூழ் கட்டிகளின் மூலம் பாக்டீரியா மற்றும் பலவகை நொதிகளை மண்ணிற்கு அளிக்கின்றன. அவை மண்ணின் தரத்தையும், மண்ணில் வாழும் நுண்ணுயிர் இனத்தொகுப்பையும் நிர்ணயிக்கின்றன. மேலும் மண்புழுக்கள் இழைப் பூஞ்சைகளை உண்ணுவதால் மண்ணில் இப்பூஞ்சைகளின் வளர்ச்சி தடை செய்யப்படுகிறது.

பலவேறு வகை கிளைப்புத் தன்மையும், மைசீலியா வளர்ச்சிகளும் பெற்ற கிராம் ஒப்பா பாக்டீரியாக்கள் மண்ணிலுள்ள ஒரு முக்கியமான, ஆனால் மிகவும் குறைவாக ஆராயப்பட்டுள்ள இனங்களாகும். அவற்றில் கோரின்பார்ம்கள், மைக்கோ பாக்டீரியாக்கள், நோகார்டிபாம்கள் மற்றும் உண்மை இழையுடைய பாக்டீரியாக்கள் அல்லது ஆக்டினோ மைசெட்டுகள் ஆகியவை அடங்கும் (பட்டியல் 8.1). இவ்வகை பாக்டீரியாக்கள் ஹைட்ரோ கார்பன்கள் மற்றும் தாவரப் பொருட்களைச் சிதைப்பதிலும், நில மக்குகள் (humus) உண்டாக்குவதிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. மேலும் இவற்றில் சில வகைகள் பூச்சி மருந்துகளைச் சிதைக்கவும் வல்லவை. இழைப்பூஞ்சையினமான ஆக்டினோமைசெட்டுகள், குறிப்பாக ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் (Streptomyces) இனத்தைச் சேர்ந்தவை உண்டாக்கும் ஜீயோஸ்மின் (Geosmin) என்ற வேதிப்பொருள் மண்வாசனைக்கு காரணமாகி மேலும் மண்ணிலுள்ள நுண்ணுயிர் வகைகள் கார்பன், நைட்ரஜன், சல்பர், இரும்பு மற்றும் மாங்கனீசு போன்ற மூலகங்களின் சுழற்சியிலும் முக்கியச் செயலாற்றுகின்றன.

பட்டியல் 8.1. மண்ணிலுள்ள வேறு கிளைத்தன்மை மற்றும் மைசீலிய வளர்ச்சியுள்ள கிராம் சாயம் ஒப்பா பாக்டீரியாக்கள்.

பாக்டீரியா வகை (Bacterial Group)	எடுத்துக்காடான பேரினம் (Representative Genus)	குறிப்புகள்
1. கோரின்பார்ம்கள் (Coryneforms)	ஆர்த்ரோபாக்டர் (*Arthrobacter*)	கோல்வடிவ-கோளவடிவ சுழற்சியுள்ளவை;
	செல்லுலோமோனாஸ் (*Cellulomonas*)	செல்லுலோஸ் சிதைப்பில் முக்கியமானவை.
	கோரின்பாக்டீரியம் (*Corynebacterium*)	முனை பருத்த தண்டு வடிவம் உடைய செல்கள்
2. மைக்கோபாக்டீரியா (Mycobacteria)	மைக்கேபாக்டீரியம் (*Mycobacterium*)	அமில ஆல்கஹாலால் சாயமிழக்கத்தன்மையுடையவை.
3. நோகார்டிபார்ம்கள் (Nocardiforms)	நோகர்டியா (*Nocardia*)	வளர்ச்சி நிறைவுறா கிளைகள் பெற்றவை.
4. ஆக்டினோமைசெட்கள் (Actinomycetes)	ஸ்ட்ரெப்டோமைசெஸ் (*Streptomyces*)	காற்றுள்ள நிலை இழைப் பாக்டீரியா (Aerobic filamentomusbacteria)
	தெர்மோஆக்டினோமைசஸ் (*Thermoactinomyces*)	அதிக அளவு வெப்பநிலைகளில் வளரக்கூடியவை.

மண்ணில் வாழும் அமீபா போன்ற புரோட்டாஸுவாக்கள் மற்ற நுண்ணுயிர்களை உண்டு ஊட்டச்சத்துக்கள் சுழற்சியில் பங்கு வகிக்கின்றன. இத்தகைய நுண்ணுயிர் உண்ணுதல் (microbivory) அல்லது நுண்ணுயிர்களை உணவாகக் கொல்லுதல் நிகழ்வதால் நைட்ரஜன் மற்றும் பாஸ்பரஸ் கனிமவூட்டம் அதிகப்படுத்தப்பட்டு தாவரங்களுக்குத் தேவையான ஊட்டசத்துக்கள் கிடைக்கப்பெறுகின்றன. மேலும் நுண்ணுயிர்கள் வெளிவிடும் புரதச் சிதைப்பு நொதிகள், கேட்டைலேஸ் நொதி, பெராக்ஸிடேஸ் நொதி போன்ற நொதிகள் மண்ணில் பல சிதைப்புச் செயல்களைச் செய்து மண்ணின் கனிமவாக்கத்திற்கு (mineralization) உதவுகின்றன.

படம் 8.2 பூஞ்சைகள் தாவர வேர்களுடன் இணைவாழ் தொடர்புகளை மைக்கோரைசாக்கள் மூலம் ஏற்படுத்திக்கொள்கின்றன. மேலே உள்ள படம் பலவகை மைக்கோரைசாத் தொடர்புகளைக் காட்டுகிறது.

தாவரங்கள் நுண்ணுயிர்களுடன் பலவகைத் தொடர்புகள் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, ரைசோபியம் (*Rhizobium*) சிலவகைத் தாவரங்களின் வேர் முடிச்சுகளின் இணை வாழ்விகளாக உள்ளன. மூன்று வகையான தாவர நுண்ணுயிர்த் தொடர்புகள் உள்ளன.

தாவரங்களின் மேற்பரப்பில் வாழ்வன

இவற்றிற்கு பில்லோஸ்பியர் (Phyllosphere) வாழ் நுண்ணுயிர்கள் என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்பிங்கோமோனாஸ் (*Sphingomonas*) என்ற பேரினம் இலைகள் மற்றும் தண்டுகளின் மேற்பரப்பில் வாழ்வனவாகும்.

சூழ்வெளிப்பரப்பில் வாழ்வன

இவை ரைசோஸ்பியர் (Rhizosphere) எனப்படும். வேர்களின் வெளிப்பரப்பில் வாழ்வன. வேர்களானது ஆல்கால்கள், சர்க்கரைகள், அமினோ அமிலங்கள், கரிம அமிலங்கள், வைட்டமின்கள், நியுக்ளியோடைடுகள், நொதிகள் போன்ற பல பொருட்களை வெளிவிடுகின்றன. அவை மண்வாழ் நுண்ணுயிர்களுக்கு ஒரு தனி வகைச் சூழலை உருவாக்குகின்றன. இவ்வாறு வேர்களைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளில் வாழும் சில வகை பாக்டீரியாக்கள் தாவர வளர்ச்சிக்கு உதவிபுரியக்கூடும். எ.கா: ஸூடோமோனாஸ் மற்றும் ஆக்ரோமோபாக்டர். தாவர வேர்களின் மேற்பரப்பில் (Rhizoplane) வாழக்கூடிய அசோபாக்டர், அசோஸ்பைரில்லம் மற்றும் அசெட்டோபாக்டர் போன்றவை நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்துவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கக்கூடும்.

தாவரங்களின் உட்பகுதியில் வாழும் நுண்ணுயிர்கள்

பல வகை நுண்ணுயிர்கள் தாவரங்களின் உட்பகுதியிலும் வாழ்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, வேர் முடிச்சுகளில் வாழும் பலவகை ரைசோபியம்களான அல்லோரைசோபியம் (*Allorhizobium*) பிராடிரைசோபியம் (*Bradyrhizhobium*) மீசோரைசோபியம் (*Mesozhizobium*) சைனோரைசோபியம் (*Sinorhizobium*) மற்றும் ரைசோபியம் (*Rhizobium*) ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

தாவர அகவாழ்விகளாக (endophytes) உள்ள பூஞ்சைகள் மற்றும் பாக்டீரியாக்கள்:

சில சிறப்புத்தன்மையுள்ள பூஞ்சைகள் மற்றும் பாக்டீரியாக்கள் சில தாவரங்களில் அகவாழ்விகளாக (endophytes) உள்ளன. அவ்வாறு வாழும் சில

வகைப் பூஞ்சைகள் தாவரங்களுக்கு உதவி புரிபவையாக இருக்கக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக, ரைசோபியம்-நெல் இணை வாழ்வு இரண்டிற்கும் பயனளிப்பது. ஆனால் சில நேரங்களில் ஒட்டுண்ணிகளாகவும், சில பூஞ்சைகள் தாவரங்களினுள் வாழ்கின்றன.

மைக்கோரைாசாக்கள் (Mycorhizae)

மைக்கோரைசாக்கள் என்பவை பூஞ்சை-வேர்த்தொடர்புகளாகும். இதை ஆல்பர் பெர்னஹார்ட் ஃப்ராங்க் (Albert Bernhard Frank-1885) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இந்த வார்த்தை பூஞ்சைகள் மற்றும் வேர்களைக் குறிக்கும் கிரேக்க வார்த்தைகளிலிருந்து பெறப்பட்டது. இத்தகைய மைக்கோரைசாக்கள் இயற்கைச்சூழலில் தாவர வளர்ச்சி மற்றும் விவசாயத்தில் பங்களிக்கின்றன. ஐந்து வகையான மைக்கோரைசா தொடர்புகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன (படம் 8.2).

ஆக்டினோரைசாக்கள் (Actinorhizae)

தாவர வேர்களுடன் தொடர்புடைய ஆக்டினோமைசெட்டுகளுக்கு ஆக்டினோரைசாக்கள் என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக, ஃப்ராங்கியா *(Frankia)* வின் பல வகைகள் வேர் முடிச்சுகளில்லாத தாவரங்களுடன் தொடர்புடையதாகவும், நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் செய்பவையாகவும் உள்ளன. அதுபோலவே சில தண்டு முடிச்சுகளில் வாழும் ரைசோபியாக்கள் (Stem nodulating rhizobia) எ.கா.: அசோரைசோபியம் காலிநோடன்ஸ் (*Azozhizobium caulinodans)* செஸ்பேனியாவில் வாழ்கின்றன.

அக்ரோபாக்டீரியம் (Agrobacterium)

மற்றொரு முக்கியமான தாவர-மண்நுண்ணுயிர் இணை வினையானது அக்ரோ பாக்டீரியத்தினால் தாவரங்களில் உண்டாகும் புற்று போன்ற வளர்ச்சியாகும். இந்த பாக்டீரியம் உயிர்த்தொழில் நுட்பவியலில் பெருமளவு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

தாவரங்களுக்கு நோயுண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள்

பலவகையான பூஞ்சைகள் தாவரங்களைத் தாக்கக்கூடியவை. எடுத்துக்காட்டாக, பக்சீனியா கிராமினிஸ் *(Puccinia graminis)* கோதுமையிலும், பைட்டோப்தோரா இன்பெஸ்டன்ஸ் *(Phytophthora infestans)* உருளைக்கிழங்கிலும்

நோயுண்டாக்கக் கூடியவை. தாவரங்களைத் தாக்கும் பாக்டீரிய வகைகள் பட்டியல் 8.2-ல் தரப்பட்டுள்ளன. அதுபோலவே பல வைரஸ்களும் தாவரங்களைத் தாக்கக்கூடியவை. எ.கா: புகையிலை மொசைக் வைரஸ்.

தொழுவுரம் தயாரித்தலில் (Composting) நுண்ணுயிர்கள்

பலவகை நுண்ணுயிர்கள் மண்ணின் கரிமப் பொருட்களைச் சிதைத்துத் தொழுவுரமாக மாற்ற வல்லவை. பாக்டீரியாக்கள், பூஞ்சைகள் மற்றும் ஆக்டினோமைசெட்டுகள் ஆகியவை மண்ணிலுள்ள கரிமக் கூளங்களைச் (organic wastes) சிதைத்து ஹியூமஸ் எனப்படும் மக்கிய மண்ணாக மாற்றக் கூடியவை. இந்நிகழ்வு மண்ணின் வளத்தைப் பாதுகாக்கவும், அதிகரிக்கவும் பயன்படக்கூடியது.

மண் நுண்ணுயிர்களும் வெளி மண்டலமும்:(Soil Microorganisms and Atmoshpere)

மண் நுண்ணுயிர்கள் சூழல் மண்டலத்துடன் பல வகை வினைகள் புரிகின்றன. பனிக் கரு உருவாக்கும் பாக்டீரியாக்கள். எ.கா.: சில வகை ஸூடோமோனாஸ் ஸ்ரின்ங்கே (*Pseudomonas syringae*) பனி உருவாக்கும் கருமையங்களாகச் செயல்படும் சில வகைப் புரதங்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. சில வகை நுண்ணுயிர்கள் காற்றிலுள்ள மீத்தேன், ஹைட்ரஜன், கார்பன்டை-ஆக்ஸைடு, பென்சீன், டிரைகுளோரோ எத்திலீன் போன்ற மாசுக்களை நீக்கவல்லவை. அதுபோலவே, மண் நுண்ணுயிர்கள் மூலகங்கள் சுழற்சியில் முக்கியப் பங்கு வகிப்பதன் மூலம் வளிமண்டலத்திலுள்ள வாயுக்களின் இயக்கத்தைப் பாதிக்கக்கூடும். உலக வெப்பமயமாக்கலை உண்டாக்கும் பசுமையில்ல விளைவை உண்டாக்கும் வாயுக்களான (Green House Gases), கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு மற்றும் மீத்தேன் ஆகியவற்றின் உற்பத்தி மற்றும் உபயோகம் ஆகியவற்றிலும் அவற்றின் இயக்கத்திலும் சில வகை நுண்ணுயிர்கள் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. சில வகைப் பூஞ்சைகள், எ.கா: பெசிடியோமைசெட் வகைப் பூஞ்சைகள் மரத்தண்டுடைய தாவரங்களிலுள்ள (woody plants) லிக்னின் (Lignin) சிதைவில் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. சில வகைப் பூஞ்சைகள் குளோரோமீத்தேன், சையனைட் போன்ற நச்சுக்களையும் உண்டாக்கக்கூடியவை.

பட்டியல் 8.2: தாவரங்களில் நோயுண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்கள்:

வ. எண்.	நோய் அறிகுறிகள்	நோயூக்கிகள்
1.	புள்ளிகள் மற்றும் வெளிறல் (Spots and Blights)	ஸுடோமோனஸ் (*Pseudomonas*) மற்றும் ஸான்தோமோனாஸ் (*Xanthomanas*) இனங்கள்
2.	தண்டு வாடல் (Vascular wilt)	கிளாவிபாக்டர் (*Clavibacter*) எர்வீனா (*Erwina*) இனங்கள்
3.	இலேசான வேர்கள் (Soft wilt)	எர்வீனா கரோடோவோரா (*Erwina carotovora*) ஸீடோமோனாஸ் மார்ஜினாலிஸ் (*P.marginalis*)
4.	அழற்சி (அ) திட்டுநோய் (Cancer)	ஸான்தோபாக்டர் காம்பெஸ்டிரின் (*X.campestris*) அக்ரோபாக்டீரியம் டுமிபேசியென்ஸ் (*Agrobacterium tumefaciens*)
5.	கரடுகள் (அ) வீக்கங்கள் (Galls)	அக்ரோபாக்டீரியம் ரைசோஜென்ஸ் (*A.rhizogens*)

9

உணவு நுண்ணுயிரியல்

உணவுப் பொருட்கள், நுண்ணுயிர்கள் மற்றும் மனிதனுக்கிடையேயான தொடர்பு தொன்று தொட்டு நிகழ்ந்து வருவதாகும். உணவுப் பொருட்கள் அவற்றை உண்பனவற்றிற்குச் சத்துப் பொருட்கள் மட்டுமல்ல ; பல நுண்ணுயிர்களுக்கும் ஒரு உகந்த வளர் ஊடகமாகும். நுண்ணுயிர்களைக் கொண்டு பாலாடைக்கட்டி, ஊறுகாய், சாஸ்கள் (Sausages) போன்ற சுவையான உணவுப் பொருட்கள் உண்டாக்கலாம். ஒயின், பீர் போன்ற ஆல்கஹால் பொருட்களும் நுண்ணுயிர்ச் செயல்களால் உண்டாகின்றன. அதே நேரத்தில் நுண்ணுயிர்கள் உணவுப் பொருட்கள் பாழாவதற்கும், உணவுப் பொருள் மூலம் நோயுண்டாக்குவதிலும் முக்கியப்பங்கு வகிக்கின்றன. உணவுப் பொருட்களில் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி அந்த உணவுப் பொருட்களைப் பாதுகாத்தலிலோ (Preservation) அல்லது அவற்றைப் பாழாக்குவதிலோ, அவற்றில் வளரும் நுண்ணுயிர்களின் தன்மையைப் பொறுத்து முடியலாம். நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்கள் உணவுப் பொருடகளில் கலத்தல் அந்த உணவுப் பொருட்களைக் கையாளும் எந்த ஒரு நிலையிலும் நிகழலாம்.

உணவுப் பொருட்களில் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கும் காரணிகள் இரு வகைப்படும். அவையாவன: 1) அகக் காரணிகள் (Intrinsic Factors) 2) புறக் காரணிகள் (Extrinsic factor). உணவுப் பொருட்களின் pH, உப்பு அடர்த்தி, வினைப் பொருள், ஈரப்பதம், திசுக்களின் தன்மை, உயிரியல் தன்மை போன்றவை அக்காரணிகளாகும். உணவு, நுண்ணுயிர் ஆகியவற்றின் புறச்சூழல் காரணிகளான வெப்பநிலை, ஈரப்பதம், வாயுச் செறிவு போன்றவை புறக் காரணிகளாகும்.

உணவு சீர் கேட்டைதல் (Food Spoilage)

உணவுப் பொருட்களின் தன்மைக்கேற்ப பல வகையான சீர்கேடுகள் உண்டாக்கக் கூடும் (பட்டியல் 9.1). உணவு சீர்கேட்டைதலின் வகைகளும் அவற்றுக்கான நுண்ணுயிர்களும் பட்டியல் 9.2-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

இறைச்சி மற்றும் பால் பொருட்கள் நுண்ணுயிர்களால் சீர்கேடடையும்போது புரச்சிதைவு மற்றும் கரிம அழுகல் ஆகியவை உண்டாகிக்னறன. பால் சீர்கேடடைவது நான்கு நிலைகளில் ஏற்படுகிறது. முதலில் லாக்டோபாசில்லாஸ் லாக்டிஸ் துணை இனம் லாக்டிஸ்

(*Lactobacillus lactis* subsp.*lactis*) பாலைச் சிதைத்து அமில உற்பத்தி செய்கிறது. அடுத்து அமில நிலையில் வளரும் லாக்டோபாஸில்லஸ் இனங்கள் வளர்ந்து மேலும் லாக்டிக் அமில உற்பத்தி நிகழ்கிறது. அந்த நிலையில் ஈஸ்ட்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள் எண்ணிக்கை அதிகரித்து உற்பத்தியான லாக்டிக் அமிலத்தை சிதைக்கின்றன. இறுதியில் புரதத்தைச் செரிக்கும் பாக்டீரியாக்கள் வினைபுரிந்து அழுகல் நாற்றத்தையும், கசப்பான சுவையையும் உண்டாக்குகின்றன. முதலில் கெட்டியாக இருந்த பால் மேற்கண்ட நுண்ணுயிர் வினைகளின் மூலம் ஒரு நீர்த்த நிலையை அடைகிறது.

இறைச்சி, பால் பொருட்களுடன் ஒப்பிடுகையில் பலவகைப் பழங்கள் மற்றும் காய்கறிகளில் புரத மற்றும் கொழுப்பு அளவு மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் அவை மற்றொரு வகைச் சீர்கேடடைகின்றன. இவற்றில் எளிதில் சிதைகக்கப்படக்கூடிய கார்போஹைட்ரேட்டுகள் இருப்பதால் மென்னழுகலை (soft rots) உண்டாக்கும் எர்வினியா கரோட்டோவோரா போன்றவை நீராற் பகுக்கும் நொதிகளின் மூலம் அவற்றைச் சிதைக்கின்றன. பின்னர் அவற்றைப் பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள் மேலும் பாழக்குகின்றன. சரியாகப் பதப்படுத்தப்படாத பழச்சாறுகளை லாக்டோபாஸில்லஸ், லூயூக்கோநோஸ்டோக், சாக்கரோமைசஸ் மற்றும் கான்டிடா போன்ற நுண்ணுயிர்கள் பாழாக்கக்கூடும்.

தக்காளி சேதமடைந்தால் அதனுள் அல்டெர்னேரியா, க்ளாடோஸ்போரியம், ஃபுயூஸாரியம் (*Fusarium*) மற்றும் ஸ்டெம்பைலியம் (*Stemphylium*) போன்ற பூஞ்சையினங்கள் வளர்ந்து அதைப் பாழாக்கக்கூடும். பூஞ்சைகள் மற்றும் ஆஸ்கோமைசெட்டுகள் (எ.கா.க்ளாவிசெப்ஸ் பர்பூரா (*Claviceps purpura*) போன்றவை தானியங்கள் மற்றும் சோளம் ஆகியவற்றைப் பாழாக்கக்கூடும்.

பூஞ்சைகளினால் உண்டாக்கப்படும் அஃப்ளாடாக்ஸின்கள் (Aflatoxins) என்ற நச்சுப்பொருட்கள் பல நோய்களை உண்டாக்கக்கூடும் (எ.கா.கடலையில் வளரும் ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் ஃப்ளேவஸ் (*Aspergillus flavus*) புற்றுநோயை உண்டாக்கக்கூடும்). அதுபோலவே புயூஸாரியம் மொனிலிபார்ம் (*Fusarium moniliforme*) என்ற பூஞ்சையில் உண்டாகும் ஃப்யூமோனிசின்கள் (Fumonisins) என்ற நச்சுப்பொருள் மனிதர்களில் தொண்டைப் புற்று நோயை உண்டாக்கக்கூடும். இவற்றைப் போலவே சிலவகை ஆல்காக்கள் உண்டாக்கும் நச்சுக்களும் (algal toxins) மீன்களை மாசுபடுத்தி அவற்றை உண்ணும் கடல்வாழ் உயிரினங்களைப் பாதிப்பதுடன் அவற்றை உண்ணும் மனிதர்களிலும் வயிற்றுப்போக்கு மற்றும் பலவகை நரம்பு சம்பந்தமான நோய்களையும் உண்டாக்கக்கூடும்.

பட்டியல் - 9.1 : உணவு சீர்கேடடைதலின் போது ஏற்படும் வேதிய மாற்றங்கள்

வ. எண்.	நிகழ்வு	உணவுப் பொருள்	வினைப் பொருள்	வேதிய வினைகள்	விளைபொருள்
1.	கரிம அமிலம்	இறைச்சி	புரதம்	புரதச்சிதைவு, அம்மோனியா நீக்கம்	அமினோஅமிலம் அமின்கள், அமோனியா, ஹைட்ரஜன் சல்பைடு
2.	நொதித்தல்	ஸ்டார்ச்	கார்போஹைடிரேட்	நீராற்பகுத்தல், நொதித்தல்	அமிலம், ஆல்கஹால், CO_2
3.	ஊசிப்போதல் (Rancidity)	வெண்ணெய்	கொழுப்பு	நீராற்பகுத்தல், கொழுப்பு அமிலச் சிதைவு	கொழுப்பு அமிலம் கிளிசரால்
4.	மென்னழுகல் (Soft Rot)	பழங்கள்	பெக்டின்	பெக்டின் சிதைவு	மெதனால், காலக்டுரானிக் அமிலம், பாலி காலக்டுரானிக் அமிலம்.

பட்டியல் - 9.2 : உணவு சீர்கேடடைதலின் வகைகளும், அவற்றுக்கான நுண்ணுயிரிகளும்

உணவுபொருள்		சீர்கேடடைதலின் வகை	நுண்ணுயிர்க் காரணிகள்
1.	புதிய இறைச்சி	கரிம அமிலம்	கிளாஸ்டிரிடியம் ஆல்கெலிஜென்ஸ் சூடோமோனாஸ் புளாரசன்ஸ், புரோட்டியஸ் வல்காரிஸ்
2.	பதப்படுத்திய இறைச்சி	புளிப்புத்தன்மை, பச்சை நிறமடைதல், வழவழப்பாதல்	சூடோமோனாஸ், மைக்ரோகாக்கஸ், லேக்டோபாசில்லஸ், ஸ்ட்ரெப்டோ காக்கஸ், லியூகோநாஸ்டாக்
3.	மீன்	நிறம் மறைதல் கரிம அழுகல்	பிளவோபாக்டீரியம், சூடோமோனாஸ் ஆல்கலிஜென்ஸ்

4.	கோழி	வழவழப்பாதல், நாற்றம்	சூடோமோனாஸ், சாந்தோமோனாஸ்
5.	முட்டை	பச்சை, கருமை, நிறமற்ற அழுகல்	சூ.புளூரசன்ஸ், புரோட்டியஸ்
6.	புதிய பழங்கள் காய்கறிகள்	மென்னழுகல், சாம்பல் காளான் அழுகல், கருமை காளான் அழுகல்	ரைசோபஸ் நைக்ரிகன்ஸ், ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் நைஜர்,
7.	ஊறுகாய் வகைகள்	கருமையான, மிருதுவான தன்மை, மெல்லடுக்கு ஈஸ்ட்	பாசில்லஸ் நைக்ரிகன்ஸ்,
8.	சர்க்கரை கலந்த பழச்சாறுகள், தேன்	புளித்தல், இளஞ்சிவப்பு ஆடைபடர்தல், மணம் கெடுதல்	லாக்டோபாசில்லஸ், சாக்கரோமைசஸ் ஏரோபாக்டர், மைக்ரோகாக்கஸ்
9.	ரொட்டி	படர்தல், திட்டுக்கள், சாம்பல் நிற புள்ளிகள்	பெனிசிலியம், ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் நைஜர், ரைசோபஸ் நைக்ரிகன்ஸ், பாசில்லஸ் இனங்கள்

உணவுப் பாழாதலைத் தடுத்தல் (Controlling of food spoilage)

லூயி பாஸ்டர் 1857-ல் நுண்ணுயிர்கள் பாலைப் பாழாக்குகின்றன என்று காட்டிய போது நவீன கால உணவு நுண்ணுயிரியலை நிறுவினார். அவர் 1860-ல் வெப்பத்தினால் ஒயின், பீர் போன்றவை வீணாதலைத் தடுக்க இயலும் என்று நிரூபித்தார். உணவுப் பொருட்களை பலவழிகளில் பாதுகாக்க இயலும் (பட்டியல் 9.3)

பட்டியல் 9.3 : உணவுப் பொருட்களைப் பாதுகாக்கும் அடிப்படை வழிமுறைகள்

வழிமுறை	எடுத்துக்காட்டுகள்
1. நுண்ணுயிர் நீக்கம்	நுண்ணுயிர் தாக்கத்தைத் தடுத்தல்; வடிகட்டுதல், மைய விலக்கம் செய்தல்
2. குறைந்த வெப்பநிலையில் வைத்தல்	குளிரூட்டல், உறையவைத்தல்

3.	அதிக வெப்பப்படுத்துதல்	நுண்ணுயிர்களைப் பகுதியாகவோ அல்லது முற்றிலுமோ வெப்பப்படுத்துதல் மூலம் செயலிழக்கச்செய்தல், தகரக்கலங்களிலடைத்தல் அல்லது டின்களிலடைத்தல் (Canning) முறையில் அவ்வாறு அடைக்கப்பட்ட உணவுப்பொருள் 110-121^{0}C வரை வெப்பப்படுத்தப்பட்டு நுண்ணுயிர்கள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன ; பாஸ்டியர்சேஷன் (Pasterurization) அதாவது, காய்ச்சித்தூய்மையாக்கம் என்பது வெப்பத்தினால் நுண்ணுயிர்களைக் கட்டுபடுத்தும் மற்றொரு முறையாகும். இதில் குறைந்த வெப்பநிலைக்குட்படுத்துதல் (Low Temperature Holding LHT) மற்றும் உயர் வெப்பநிலையில் குறைந்த நேரம் வைத்தல் (High temperature short time method) என இரு வகைகள் உண்டு.
4.	நீர் நீக்குதல் (Dehydration or Reduced water availability)	நீர் நீக்கம் லையோபிலைசேஸன் (Lyophilization) முறையில் செய்தல், உலர வைக்கும் திவலைகள் (Spray dryers) அல்லது சூடாக்கும் உருளைகள் (heating drums) ஆகியவற்றை உபயோகித்தல், நீரின் அளவை உப்பு அல்லது சர்க்கரையால் குறைத்தல். உணவு தானியங்கள் இறைச்சி, மீன், பழங்கள் ஆகியவற்றை உப்பு (அ) சர்க்கரைக் கரைசலிலிட்டு காயவைக்கும் பழங்காலமுறை இவ்வகையைச் சார்ந்ததே.
5.	வேதிய முறைகள்	நுண்ணுயிர்ச் செல்களைச் சிதைக்கும் மற்றும் அவற்றின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் வேதியப் பொருட்களை உபயோகித்தல். எ.கா. கரிமஅமிலங்கள், நைட்ரேட்டுகள், சல்பர்-டை-ஆக்ஸைடு ஆகியவற்றை உபயோகித்தல்.
6.	கதிர்வீச்சுக்களை உபயோகித்தல்	காமா கதிர்கள் (gamma rays) மற்றும் புறஊதாக் கதிர்கள் (UV rays) போன்றவற்றை உபயோகித்தல்
7.	நுண்ணுயிர்ப் பொருளை உபயோகித்தல்	பாக்டீரியோசின் (Bacteriocin) என்பது பாக்டீரியாக்களால் உண்டாக்கப்படும் பாக்டீரியாக் கொல்லிகள் ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக நைசின்

		(nisin) என்பது ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் லாக்டிஸினால் உண்டாக்கப்படுகிறது. இது என்டிரோகாக்கஸ் ஃபீக்காலிஸ் *(Enterococcus faecalis)* மற்றும், க்ளாஸ்ட்ரீடியம் போட்டுலினம் *(Clostridium botulinum)* ஆகியவற்றைத் தாக்கக்கூடியது.
8.	உயிர் எதிர்ப்பொருள்கள் (Antibionics)	ஆரியோமைசின், குளோரோமைசின், டெர்ராமைசின் முதலியன இறைச்சி, மீன், முட்டை ஆகியவற்றைப் பதப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆனால் இவை சிலரிடம் ஒவ்வாமையும் (allergy), நுண்ணுயிர்களிடம் எதிர்ப்பாற்றலையும் (resistance) உண்டாக்கக்கூடும். எனவே இவற்றைக் கட்டுப்பாடின்றி உபயோகப்படுத்துதல் தடை செய்யப்பட்டுள்ளது.
9.	வேதியப் பாதுகாப்பான்கள் (chemical preservation)	பென்சோயிக் அமிலம், சார்பிக் அமிலம், புரோபியோனிக் அமிலம், சாலிசிலிக் அமிலம், அசிட்டிக் அமிலம், போரிக் அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம் போன்ற கனிம அமிலங்களும் அவற்றின் உப்புக்களும் பதனிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை 'மைக்ரோபையோஸ்டாட்டிக்' (அ) நுண்ணுயிர் செயல் தடுப்பவையாகவோ அல்லது 'மைக்ரோபிசைடல்' அல்லது நுண்ணுயிர் அழிப்பனவாகவோ செயல்படக்கூடும்.

உணவு மூலம் பரவும் நோய்கள் (Food borne diseases)

உணவு மூலம் பரவும் நோய்கள் உலகம் முழுவதும் பலவகைப் பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. நுண்ணுயிர்களாலும் அவற்றால் உண்டாக்கும் பொருட்களாலும் உணவு சீர்கேடடைகிறது அல்லது நச்சுத் தன்மையடைகிறது. அத்தகைய உணவுப் பொருட்களை உண்ணுவதால் பல நோய்கள் பரவுகின்றன. இவ்வாறு உண்டாகும் உணவுத்தொடர்பான நோய்கள் இருவகைப்படும்.

1. உணவில் நோய்த்தொற்றுதல் (Food borne - infection)
2. உணவு நச்சூட்டல் (Food borne intoxications)

1. உணவில் நோய்த் தொற்றுதல் (Food - borne infections)

உணவில் நோய்த் தொற்றுதல் என்பது ஒரு நோயூக்கி உணவின் மூலம் உடலுள் சென்று, வளர்ச்சியடைந்து, திசுக்களில் பரவி நச்சுப் பொருட்களை வெளியேற்றி அதன் மூலம் நோயுண்டாக்குதலாகும். இவ்வாறான முக்கிய நோய்கள் பட்டியல் 9.4-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

2. உணவு நச்சூட்டல் (Food - borne intoxications)

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியின் போது உண்டாகும் பொருட்கள் உணவு நச்சூட்டலை உண்டாக்கக்கூடும் (பட்டியல் - 9.5). இவ்வாறான நச்சூட்டல்களினால் உண்டாகும் நோய்களின் அறிகுறிகள் அத்தகைய சீர்கேடடைந்த உணவை உண்ட சிறிது நேரத்திலேயே தோன்றும். அதற்கு நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சித் தேவையில்லை. அவற்றால் உணவில் உண்டாக்கும் நச்சுக்கள் அத்தகைய நுண்ணுயிர்ச் செல்களிலோ அல்லது அவற்றிலிருந்து வெளியிடப்படுபவைகளாகவோ இருக்கும்.

பட்டியல் - 9.4 : முக்கிய உணவு சார் தொற்று நோய்கள்

வ. எண்	நோய்	நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்	முக்கிய காரணிகளான உணவுப் பொருட்கள்
1.	சால்மோனெல்லோஸிஸ் (Salmonellosis)	சால்மோனெல்லா டைபிமியூரியம் (*S.typhimurium*) சால்மோனெல்லா என்டெரிடிஸ் (*S.enteritidis*)	இறைச்சி, கோழி உணவுப் பொருட்கள், மீன், முட்டை, பால்பொருட்கள்
2.	அக்ரோபாக்டர் வயிற்றுப்போக்கு	அக்ரோபாக்டர் பட்ஸ்லெரி ஜெஜீனி (*Acrobacter butzelri*)	இறைச்சிப் பொருட்கள், முக்கியமாக கோழி இறைச்சி
3.	காம்பைலோபாக்டீரி -யோசிஸ் (Campylobacteriosis)	காம்பைலோபாக்டர் ஜெஜுனி (*Compylobacter jejuni*)	பால், பன்றி இறைச்சி, கோழி உணவுப் பொருட்கள், நீர்
4.	லிஸ்டெரோசிஸ் (Listerosis)	லிஸ்டெரியா மானோ -சைட்டோஜென்ஸ் (*Listeria monocytogens*)	இறைச்சிப் பொருட்கள் முக்கியமாக பன்றி, ஆட்டிறைச்சி

5. ஈகோலியினாலுண்-டாகும் வயிற்றுப்போக்கு மற்றும் பெருங்குடலழற்சி (*E.coli* diarhea and colitis)	ஈகோலி, சீரவகை உட்பட 0157 : H7 உட்பட	சரியாக வேகவைக்காத மாட்டிறைச்சி, காய்ச்சப்படாத பால்
6. சிஜெல்லோஸிஸ் (Shigellosis)	சிஜெல்லா சோனெரி (*Shigella soneri, S.flexneri*)	முட்டைப் பொருட்கள்
7. எர்சினியோஸிஸ் (Yersiniosis)	எர்சினியா என்டிரோ-கோலிடிகா (*Yersinia enterocolitica*)	பால், பால் பொருட்கள்
8. ப்ளெஸியோமோனாஸ் வயிற்றுப்போக்கு (*Plesiomonas* diarhea)	ப்ளெஸியோமோனாஸ் ஷிஜெல்லாய்டஸ் (*Plesiomonas shigelloides*)	சமைக்கப்படாத மெல்லுடலிகள் (uncooked mollusks)
9. விப்ரியோ பாரஹீமோலிட்டிகஸ் இரைப்பை அழற்சிநோய் (*Vibrio parahaemolyticus* gasteroenteritis)	விப்ரியோ பாரஹீமோலிட்டிகஸ் (*V. parahaemolyticus*)	கடல் உணவு, ஓட்டுடை மீன்கள்

பட்டியல் - 9.5 : நுண்ணுயிர் நச்சுக்களால் ஏற்படும் நோய்கள்

வ.எண்	நோய்	நுண்ணுயிர்	குறிப்புகள்
1.	ஸ்டெபைலோகாக்கஸ் குடலழற்சி (*Staphylococcus* enteritis)	ஸ்டைபைலோகாக்கஸ் ஆரியஸ் (*S.aureus*)	இவை வெளிவிடும் வெப்பம் தாங்கும் நச்சுப்புரதங்கள், உணவுண்ட 2-6மணிநேரங்களில் வயிற்றுப்போக்கை உண்டாக்கும். மூக்குப்பகுதியில் வாழக்கூடியது. இந்த நோயூக்கியுள்ள தூய்மையற்ற சரியாக சமைக்கப்படாத இறைச்சி, கோழியிறைச்சி, உருளைக்கிழங்கு சாலட் போன்றவற்றின் மூலம் இவ்வகை நச்சூட்டல் ஏற்படுகிறது. ஏ,பி,சி,டி,ஈ என்ற ஐந்து வகை குடல் நச்சுக்கள் இவ்வகையிலுண்டு.

2.	போட்டுலிஸம் (Botulism)	க்ளாஸ்டிரிடியம் போட்டுலினம் (*Costridium botulinum*)	இவ்வகைப் பாக்டீரியாக்கள் வெளிவிடும் பொட்டுலினம் என்ற புறநச்சினால் இந்நோய் ஏற்படுகிறது. இவற்றுள் ஏ,பி,சி,டி, ஈ,எஃப் என்ற ஆறு வகைகள் உண்டு. ஏ,பி மற்றும் ஈ வகைகள் மனிதனில் நோயுண்டாக்கக் கூடியவை. சரியாக பாதுகாக்கப்படாத டின்களிலடைக்கப்பட்ட பொருட்கள், அலுமினியத்தாள்களால் மூடப்பட்ட உருளைக்கிழங்கு போன்ற உணவுப்பொருட்களில் இவ்வகை நச்சுண்டாகும்.
3.	க்ளாஸ்டிரீடியம் பெர்ஃபிரின்ஜென்ஸ் நச்சூட்டல் (*Clostridum perfringens* food poisoning)	க்ளாஸ்டிரிடியம் பெர்பிரின்ஜென்ஸ் (*Clostridium perfringens*)	இது பலஇடங்களில் காணப்படும் உணவு நச்சூட்டல் வகையாகும். சரியாக சமைக்கப்படாத இறைச்சி -யில் இது உண்டாகின்றது. இந்த நோயூக்கிகள் நீர், மண், உணவு, காற்று மற்றும் குடல் ஆகிய பகுதிகளில் காணப்படும். இவை வெளிவிடும் குடல்நச்சுக்கள் (enterotoxins) ஒருவகைப் புரதங்களாகும். 8 முதல் 16 மணிநேரத்தில் வயிற்றுப்போக்கு, குமட்டல், வயிற்றுவலி போன்ற அறிகுறிகள் தோன்றும்.
4.	பாசில்லஸ் செரியஸ் வாந்தி மற்றும் வயிற்றுப்போக்கு	பாஸில்லஸ் செரியஸ் (*Bacillus cereus*)	இது நச்சான ஸ்டார்ச் வகை உணவுப்பொருட்களால் ஏற்படும். இது இருவகை நோய்களை உண்டாக்கும். முதல்வகையில் 1 முதல் 6 மணிநேரத்தில் குமட்டல் மற்றும் வாந்தி ஏற்படும். இது கொதிக்க வைத்த அல்லது வறுத்த அரிசியில் ஏற்படும். இரண்டாவது வகையில் 4 முதல்

			16 மணிக்குள் வயிற்றுப்போக்கு ஏற்படும். இது பலவகை ஸ்டார்ச் உணவுப்பொருட்களில் ஏற்படும்.
5.	மைக்கோடாக்சி -கோசிஸ் (Mycotoxicosis) பூஞ்சை நச்சுக்களால் ஏற்படும் நோய்கள்	ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் பிளேவஸ் (*Aspergillus flavus*) பென்சிலியம் ரப்ரம் (*Pencilium rubrum*) அம்மானிட்டா பல்லாய்டஸ் (*Amanita phalloides*)	அஃப்ளாடாக்சின்கள் (aflatoxins) ஹெபடோமா என்ற புற்றுநோயுண்டாக்கக்கூடும். ரப்ராடாக்சின்கள் (rubratoxins). கல்லீரலை பாதிக்கக்கூடும். பல்லாய்டின் (phalloidin) என்ற நச்சு கல்லீரலை பாதிக்கிறது. அமாடாக்சின் (Amatoxin) இரைப்பை மற்றும் குடல்சுவர் செல்களைத் தாக்குகிறது.
6.	என்டிரோகாக்கஸினால் உணவுநச்சாதல்	என்டிரோகாக்கஸ் ஃபீக்காலிஸ் (Enterococcus faecalis)	குமட்டல், வயிற்றுவலி, வாந்தி, சீதபேதி ஆகியவற்றை இவை உண்டாக்கும் நச்சுக்கள் உண்டாக்குகின்றன. இவை இரைப்பை, குடல்பகுதியில் காணப்படுகின்றன. சரிவர குளிர்பதனம் செய்யப்படாத உணவுகள் இந்த நுண்ணுயிர்களால் கேடடைகின்றன.

நொதித்தலினால் தயாரிக்கப்படும் உணவுப்பொருள் நுண்ணுயிரியல் (Microbiology of fermented products)

பல ஆயிரக்கணக்கான வருடங்களாக நொதித்தல் ஒரு உணவுப்பதப்படுத்தும் அல்லது பாதுகாக்கும் முறையாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளது. பொருட்களில் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி ஏற்படும்போது அவற்றில் வேதிய மற்றும் கட்டமைப்பு மாற்றங்கள் ஏற்படுத்தி அவற்றால் உருவாகும் பொருட்கள் பலகாலத்திற்கு கெடாமல் சேமித்து வைக்கக்கூடியவையாக இருக்கும். நொதித்தல் மூலம் புதிய சுவையான, மணமிகு பொருட்களும் உண்டாக்க இயலும். உணவு நுண்ணுயிரியலில் பயன்படுத்தப்படும் முக்கிய நொதித்தல் வகைகளாவன

1) லாக்டிக் அமில நொதித்தல் 2) புரோபியோனிக் அமில நொதித்தல் 3) எத்தனாலிக் அமில நொதித்தல் இவை பற்றி விரிவாக முன்பே இப்புத்தகத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

பட்டியல் 9.6 : நொதித்தலின் மூலம் பெறப்படும் முக்கியப் பால் பொருட்கள்

நொதித்தல் வகை	எடுத்துக்காட்டான பொருட்கள்
1. லாக்டிக் அமில நொதித்தல்கள் (20 முதல் 30^{0}C வரை)	தயிர், மோர் போன்றவை
2. ஈஸ்ட் லாக்டிக் அமில நொதித்தல்கள் (Yeast-lactic acid fermentation)	மங்கோலியப் பகுதிகளில் உற்பத்தி செய்யப்படும் கெபிர் (Kefir) என்ற நொதித்த பால்.
3. பூஞ்சை-லாக்டிக் அமில நொதித்தல் (Mold-lactic acid fermentation)	பின்லாந்தில் தயாரிக்கப்படும் வீலி (viili) எனப்படும் நொதித்த பால்

பாலாடைக்கட்டி உற்பத்தி

லாக்டிக் அமில நொதித்தல் செய்யும் பாக்டீரியாக்களை (பெரும்பாலும் ரெனினுடன் சேர்த்து) பாலில் வளர்க்கும் போது பால் கட்டியாகிறது. அவ்வாறு உருவாகும் பாலாடைக்கட்டிகள் மென்மையான, முற்றாத வகை (soft, unripened), மென்மையான, முற்றிய வகை (soft, ripened) பாதி மென்மையான வகை (semi soft) மற்றும் கடினமான, மிகக்கடினமான வகைகளாக மாற்றப்படுகின்றன. பாக்டீரியா, பூஞ்சை ஆகிய இருவகை நுண்ணுயிர்களும் பாலாடைக்கட்டி உற்பத்தியில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒயின் உற்பத்தி (Wine production)

ஒயின் திராட்சையை நசுக்கி எடுக்கப்பட்டச் சாற்றை ஈஸ்டின் மூலம் ஆல்கஹால் நொதித்தல் செய்தலினிறுதியில் ஒயின் பெறப்படுகிறது. ஒயின் உற்பத்தி அறிவியலுக்கு ஈனாலஜி (enology) என்று பெயர். பொதுவாக சாக்கரோமைசஸ் செரிவிஸியே (*Saccharomyces cerevisiae*) அல்லது சாக்கரோமைசஸ் எலிப்ஸாய்டஸ் (*Saccharomyces ellipsoides*) ஆகிய இனங்கள் ஒயின் தயாரிப்பதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒயின் காய்ச்சி வடிக்கப்பட்டு

பிராந்தியாக மாற்றப்படுகிறது. ஒயினுள்ள எத்தனாலை அசெட்டோபாக்டர், குளுகோனோபாக்டர் போன்றவற்றால் ஆக்ஸிஜனூட்டம் செய்து அசெட்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படும்போது அது ஒயின் வினிகராக (Wine vinegar) மாறுகிறது. ஒயினைப் பாட்டில்களில் தொடர்ந்து நொதிக்கச் செய்து இயற்கை சாம்பெய்ன்கள் (Natural champaignes) தயாரிக்கப்படுகிறது. பீர் மற்றும் சில மது வகைகள் தானியங்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இவற்றிலுள்ள ஸ்டார்ச்சை முதலில் நீராற்பகுத்துப் பின் அவற்றை ஈஸ்டினால் (சாக்கரோமைசஸ் செரிவிசியே) நொதிக்கச் செய்து இவை தயாரிக்கப்படுகின்றன.

மற்ற நொதித்தல் உணவுப் பொருட்கள் (Other fermented foods)

மற்ற பல தாவரப் பொருட்களையும் பாக்டீரியாக்கள், ஈஸ்ட்கள், பூஞ்சைகள் ஆகியவற்றினால் நொதிக்கச் செய்து பல உணவுப் பொருட்களை உண்டாக்கலாம். எ.கா. பிரட், ஊறுகாய்கள் போன்றவை.

நுண்ணுயிர் உணவுகள் மற்றும் உணவுக்கூடுதல் பொருட்கள் (Microorganisms as foods and food amendments)

பல வகையான பாக்டீரியாக்கள், ஈஸ்ட்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள் மனித உணவு ஆதாரங்களாகச் செயல்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக காளான்கள் (mushrooms) ஒரு முக்கிய பூஞ்சை வகை உணவாகும். ஸ்பைருலைனா (spirulina) என்ற சையனோ பாக்டீரியம் மற்றொரு முக்கிய உணவுப் பொருளாகும்.

லாக்டோபாஸில்லஸ், பைஃபிடோபாஸில்லஸ் (Bifidobacillus) போன்றவை உணவுடன் கலக்கப்பட்டு புரோபையோட்டிக்குகளாக (Probiotics) உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆலிகோஸாக்கரைடு பாலிமெர்கள் (oligosaccharide polymers) பிரிபையோட்டிக்ஸ் (Prebiotics) என்ற முறையில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. சில நேரங்களில் புரோபையோடிக்குகள் மற்றும் பிரிபையோட்டிக்குகள் இரண்டையும் இணைத்து சின்பையோட்டிக்குகளாகவும் (Synbiotics) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் மூலம் புயூடைரிக் அமிலம் (Butyric acid) மற்றும் புரோபியோனிக் அமிலம் (Propionic acid) ஆகியவற்றின் உற்பத்தி மற்றும் பைபிடோபாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவை குடலில் அதிகப்படுத்தப்படுகின்றன. புரோபையோட்டுகள் கோழி வளர்ப்பிலும் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன.

10

மருத்துவ நுண்ணுயிரியல் (Medical Microbiology)

தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் மனிதர்களைப் பல்வகை நுண்ணுயிர்கள் தாக்கிப் பலவித நோய்களையுண்டாக்குகின்றன. மனித இனத்தைத் தொற்றும் நுண்ணுயிர் நோய்களை அவை பரவும் வகைகளைப் பொறுத்து மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :

1. காற்றின் மூலம் பரவும் நோய்கள்
2. உணவு, நீர் மூலம் பரவும் நோய்கள்
3. நேரிடைத் தொடர்பு (direct contact) மூலம் பரவும் நோய்கள்

காற்றின் மூலம் பரவும் நோய்க்கிருமிகள் பெரும்பாலும் வாய், மூக்கு, மூச்சுக்குழல் வழியாக உடலினுள் நுழைகின்றன. இக்கிருமிகள் தொண்டை, மூச்சுப்பாதை, நுரையீரல் முதலிய பகுதிகளில் தங்கி நோயுண்டாக்குவதனால் இத்தகைய நோய்கள் பொதுவாக "சுவாச நோய்கள் " எனப்படுகின்றன.

உணவு, நீர் மூலம் பரவும் நோய்க்கிருமிகள் வாய் மூலம் நுழைந்து உணவுப் பாதையில் நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. நேரிடைத் தொடர்பால் பரவும் நோய்க்கிருமிகள், தோல், சீதச்சவ்வுகள் (mucous membranes) மூலம் உள்நுழைந்து நோய்களை ஏற்படுத்துகின்றன. இத்தகைய நுண்ணுயிர்கள் தொடுபொருட்கள், நோய்ப்பட்டவருடன் தொடர்பு, பூச்சிக்கடி, காயங்கள் முதலியவற்றால் பரப்பப்படுகின்றன. சில நுண்ணுயிர்கள் மனித உடலில் பல்வேறு நுழைவாயில்கள் வழியே நுழைந்து, பல பாகங்களில் நோய்களை ஏற்படுத்த வல்லவை.

நோய்ப் பரவுதல் வகைகளைக் கீழ்க்கண்டவாறும் பிரிக்கலாம்.

1. நேரடியாகப் பரவுதல் (Direct Transmission)
2. மறைமுகமாகப் பரவுதல் (Indirect Transmission)

நேரடியாகப் பரவுதல் :

நோயூக்கிகள் எங்கு வாழ்ந்து பெருக்கமடைகின்றனவோ, அது அவற்றின் சேமிப்பிடம் (Reservior) என்று அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக நோயூக்கிகளுள்ள மண், நீர் போன்றற்றிலிருந்து நேரடியாகப் பரவுதல் முறையில் நோய் சேமிப்பிலிருந்து நேரடியாக விருந்தோம்பிப் பரவுகிறது. இங்கு இடைநிலைக் காரணிகள் இல்லை. இது இரண்டு வகைப்படும்.

அ) நீளவாக்கப் பரவுதல் (Vertical Transmission)

தாயிலிருந்து சேய்க்கு தாய்-சேய் இணைப்பின் வழியாகப் பரவுதல் (எ.கா.) எய்ட்ஸ், சிபிலிஸ்

ஆ) கிடைமட்டப் பரவுதல் (Horizontal Transmission) :

ஒரு கட்டத்தில் ஒருவரிடமிருந்து மற்றொருவருக்கு நோய் பரவுதல் (எ.கா.) ராபிஸ் விலங்கிலிருந்து நேரடியாக மனிதனுக்குப் பரவுதல்

2. மறைமுகப் பரவுதல் :

தொற்றுநோய் கடத்திகள் மூலம் பரவுதல். இதில் மூன்று வகைகள் உண்டு.

அ) உயிரற்ற நோய்க்கடத்திகள் :

தூய்மை கெட்ட காற்று, உணவு, நீர் மற்றும் படுக்கை, துணி, உபகரணங்கள் போன்றவை மூலம் பரவுதல் (எ.கா.) காலரா, டைபாய்டு, வயிற்றுப்போக்கு

ஆ) ஃபோமைட்கள் (fomites) (அ) தூய்மை கெட்ட உயிரற்றவைகள் மூலம் பரவுதல் (எ.கா.) எய்ட்ஸ்

இ) நோய்கடத்தும் உயிரிகள் (Vectors) **மூலம் பரவுதல்**

(எ.கா.) மலேரியா, பிளேக் போன்றவை பூச்சிகள் மற்றும் பாலூட்டிகள் மூலம் பரவுகின்றன.

நேரடித் தொடர்பு வழிப் பரவுதல் (Contact - Transmission)

சில நோயூக்கிகள் சேமிப்பிடத்திலிருந்து விருந்தோம்பிக்கு நேரடியாகப் பரவுகின்றன. (எ.கா.) பாலினச்சேர்க்கை, உடலில் ஏற்படும் வெடிப்புகள், புண்கள் மூலம் மற்றும் நோயாளிகளைத் தொட்டு சிகிச்சை அளிக்கும் செவிலியர் வழி.

நுண்ணுயிர்களின் நோயுண்டாக்கும் திறன் :

நுண்கிருமிகள் நோய்களைப் பரப்புவதற்கு மூன்று அடிப்படைத்தகுதிகள் தேவைப்படுகின்றன. முதலாவதாக, நுண்ணுயிர்கள் உள்ள இடத்திலிருந்து மனிதனுடைய உடற்பரப்பை அடைந்து சிறிது நேரம் உயிரிழக்காமல் இருத்தல்

வேண்டும். இத்தன்மைக்குத் தொற்றல் திறன் (communicability) என்று பெயர். இரண்டாவதாக, மனித உடற்பரப்பை அடைந்த நுண்ணுயிர்கள், நுழைவாயில்கள் உடலினுள் சென்று ஓம்புயிரியின் தற்காப்பு வினைகளால் அழிக்கப்படாமல் இருப்பதோடு, தகுந்த உடல் திசுக்களை அடைந்து, பெருகி வாழும் தன்மையுடையதாயிருக்க வேண்டும். இது ஆக்கிரமிப்புத்திறன் (invasiveness) எனப்படும். மூன்றாவதாக, இவ்வாறு ஆக்கிரமித்துக் கொண்ட நுண்ணுயிர்கள் உடலுக்கு ஒவ்வாத நச்சுப் பொருட்களைச் (toxins) சுரந்தோ அல்லது துயருண்டாக்கும் எதிர்வினைகளை உடலில் ஊக்குவித்தோ நோயுண்டாக்க வல்லவையாக இருத்தல் வேண்டும். இதற்கு நோயுண்டாக்கும் திறன் (Pathogenicity) என்று பெயர்.

மூன்று முக்கியக் காரணிகளான, நோய்க் காரணி, நோய்ப்படும் விருந்தோம்பி மற்றும் சூழ்நிலைக்காரணி ஆகிய மூன்றும் இணைந்து செயல்பட்டு மனிதர்களிடையே நோய் ஏற்படக் காரணமாகின்றன. இக்காரணிகளைத் தடுப்பதன் மூலம் நோய்ப் பரவுதலைத் தடுக்கலாம். இதுவே தொற்றுநோய் அறிவியலின் (epidemiology) நோக்கமாகும். மக்கள் தொகையில் நோய்ப் பரவுதலையும், அவற்றை நிர்ணயிக்கும் காரணிகளையும் பற்றிய படிப்பு தொற்றுநோய் (தடுப்பு) அறிவியலாகும் (epidemiology).

மனிதனுக்கு நுண்ணுயிர்களால் ஏற்படும் நோய்களை, நோயூக்கிகளின் அடிப்படையில் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. பாக்டீரிய நோய்கள்
2. வைரஸ் நோய்கள்
3. புரோட்டோஸுவாவினால் உண்டாகும் நோய்கள்

மனிதனுக்குப் பாக்டீரியாக்கள், வைரஸ்கள் மற்றும் புரோட்டோஸுவாக்கள் மூலம் உண்டாகும் சில முக்கியமான நோய்கள் பட்டியல் 10.1, 10.2 மற்றும் 10.3 ஆகியவற்றில் மேற்கண்ட முறைப்படி கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. பாக்டீரிய நோய்கள் :

பாக்டீரியாக்களால் உண்டாகும் நோய்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. காற்று மூலம் பரவும் நோய்கள்
2. உணவு, நீர் மூலம் பரவுகள் நோய்கள்

3. நேரிடைத் தொடர்பு மூலம் பரவும் நோய்கள்

4. விலங்குகள் மூலம் பரவும் நோய்கள்

1. காற்று மூலம் பரவும் பாக்டீரிய நோய்கள் :

இவை பெரும்பாலும் சுவாச நோய்களாகும். இவற்றுள் முக்கியமானவற்றைப் பற்றி சிறு குறிப்புகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

1. டிப்தீரியா (Diphtheria)

இக்கொடிய நோய், கொரினபாக்டீரியம் டிப்தீரியே (*Corynebacterium diphtheria*) எனும் பாக்டீரியாவினால் இளம் வயதில் பெரும்பாலும் சிறுவர் சிறுமியர்களுக்கு ஏற்படும். உள் நாக்கு (tonsils), தொண்டை, மூக்கு முதலிய இடங்களில் இக்கிருமிகள் தங்கிப் பெருகுகின்றன. இந்நோய்க்கிருமிகளால் உண்டாக்கப்படும் ஒருவகைப் புறநச்சு (exotoxin) உடல் முழுவதும் பரவி நோயுண்டாக்குகின்றது. இக்கிருமிகள் தொற்றி 2 லிருந்து 7 நாட்களுக்குள் தொண்டையில் வீக்கங் கண்டு, இரத்த அணுக்களையும் நோய்க்கிருமிகளையும் கொண்ட ஒருவிதப் பசைப்பொருள் சுரந்து, ஒருவகைப் பொய்ப்படலம் (Pseudomembrane) உண்டாக்கப்பட்டு, தொண்டையும், மூச்சுக்குழாயும் அடைத்துக் கொள்ளும்; இதனால் மூச்சுத் திணரி உயிர் நீங்கும். மேலும் இந்நோய்க்கிருமிகளால் உண்டாக்கப்படும் நச்சுப்பொருள் இதயத் தசைகளையும், நரம்புத் திசுக்கள், சிறுநீரகங்கள் (kidneys), முதலியவற்றையும் தாக்கி நாசம் விளைவிக்கவல்லது. இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த எதிர் நச்சுப் (antioxin) பொருளை உடலினுள் செலுத்தி நச்சுத் தன்மையை அழிப்பதனாலும், பெனிசிலின், குளோரம் பெனிகால், டெட்ராசைகிளின் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள்களை உபயோகித்தல் போன்றவற்றைக் கையாளலாம்.

2) சயநோய் அல்லது டியூபர்குலோசிஸ் (tuberculosis)

மைகோபாக்டீரியம் டியூபர்குலோசிஸ் (*Mycobacterium tuberculosis*) எனும் மெலிந்த, நேரான அல்லது சிறிது வளைந்த கம்பியுருவில் காணப்படும் ஆக்டினோமைசிட்டினால் இந்நோய் உண்டாக்கப்படுகின்றது. இவை, 0.2 லிருந்து 0.6μm அகலமும், 1.0 லிருந்து 10.0μm மைக்ரான் நீளமும் உள்ளன. இந்நோய் மனித உடலின் எல்லாத் திசுக்களையும் தாக்க வல்லதாயினும் பொதுவாக, நுரையீரலையே இந்நோய் கடுமையாகத் தாக்குகின்றது. நெஞ்சில் கபம் கட்டுவதும், இருமலோடு கூடிய நெஞ்சு வலியும், மாலை நேரங்களில் காய்ச்சலும்,

உடற்களைப்பும், எடைக் குறைதலும் இந்நோயின் முக்கிய அறிகுறிகளாகும். சிலநேரங்களில் இந்நோய்க் கிருமிகளினால் தோலுக்கடியில் சிறிய கட்டி (tubercle) தோன்றி, பழுத்து பெருவாரியான நோய்க்கிருமிகளுள்ள சீழ் வெளிவருவதுமுண்டு. சில சமயம் இக்கட்டி வளராமல் சுண்ணமேற்றப்படலாம் (calcified). கபம், இரத்தம், மலம் அல்லது உணவுப் பாதையில் இந்நோய்க் கிருமிகள் காணப்படுவதிலிருந்தும், எக்ஸ்-கதிர்ப் படங்கள் மூலமும் இந்நோயைக் கண்டறியலாம்.

சிலர் உடலில் இந்நோய் புற அறிகுறிகளை உடனே தோற்றுவிக்காமல், உள்ளுறை நோயாக இருப்பதுண்டு. இத்தகைய உள்ளுறை நோயை "டியூபர்குலின்" (tuberculin) சோதனை மூலம் அதாவது டியூபெர்குலஸ் பாக்டீரியாவிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட ஒருவகைப் புரதப்பொருளை ஊசி மூலம் மேல் தோலிற்குள் செலுத்தி பரிசோதிக்கப்படுகிறது. செலுத்தப்பட்ட இடத்தில் 48 மணி நேரத்திற்குள் வீக்கம் ஏற்பட்டால், இந்நோய்க்கிருமி அவ்வுடலை ஏற்கனவே தொற்றியுள்ளதாகக் கொள்ளப்படுகின்றது.

வீரியம் ஒடுக்கப்பட்ட (avirulent) டியூபர்குலஸ் பாக்டீரியா இந்நோய்க்குத் தடுப்பாற்றல் (immunity) உண்டாக்குவதற்காக பி.சி.ஜி. (BCG) எனப்படும் பாசில்லஸ் கால்மெட்டி கெரின் (Bacillus Calmette Guerin) வேக்சினாக (BCG vaccination) உடலில் செலுத்தப்படுகின்றது. இந்நோயைக் குணப்படுத்த ஸ்டிரெப்டோமைசின் எனும் நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருளும், ஐசோநிகோடினிக் அமில ஐட்ரைடு ஐசோநியாசிட் (Isoniacid) போன்ற மருந்துகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

3. நிமோனியா (Pneumonia)

இந்நோய், டிப்ளோகாக்கஸ் நிமோனியா (*Diplococcus pneuminae*) எனும் கிராம் ஒப்பும், உருண்டை அல்லது நீளுருண்டை வடிவ பாக்டீரியத்தினால் உண்டாக்கப்படுகின்றது. இது நுரையீரலைத் தாக்கிக் கடுமையான காய்ச்சலும், உயருக்கு ஆபத்தையும் விளைவிக்கும் இவை, இரண்டிரண்டாகவோ, சிறு சங்கிலித் தொடராகவோ நுண்பெருக்காடி மூலம் நோக்கும்போது காணப்படுகின்றன. இவற்றை, நிமோகாக்கசுள் (Pneumococcus) என்றும் பொதுவாகக் கூறப்படுவதுண்டு. இந்நோயால் தாக்கப்பட்டவர்கள் தும்மும் பொழுது, திவலைகளின் மூலம் வெளிப்படுத்தப்பட்டு மற்றவர்களுக்குப் பரவுகின்றது. இந்நோய் தொற்றிய பின் மிகக்குறைந்த உள்ளுறை (incubation) காலத்தில் மூச்சுக்குழாயும், நுரையீரலும் கடுமையாகத் தாக்கப்படும் பொழுது,

இரத்தத்திலும் இந்நோய்க் கிருமிகள் பரவி கடுமையான காய்ச்சல் ஏற்படுகின்றது. நோய் இந்நிலையை அடைந்து விட்டால் உயிருக்குக் கேடு நேரிடக்கூடும். நோய் இக்கட்டத்தை அடையாத பொழுது, பெனிசில்லின் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப் பொருள் மருந்துகளினால் இந்நோயைக் குணப்படுத்த இயலும்.

4. மூளைக் காய்ச்சல் அல்லது மெனிஞ்சைடிஸ் (Meningitis)

மூளையையும், தண்டுவடத்தையும் (spinal cord) போர்த்தியுள்ள மென்படலத்தில் (membrane) ஏற்படும் நோயே மூளைக்காய்ச்சல் எனப்படுகின்றது. இந்நோய்க் கிருமி நெய்செரியா மெனிஞ்சைடிடிஸ் (*Neisseria meningitidis*) எனப்படும். இவை கிராம்-ஒப்பாத, சுமார் 0.6 லிருந்து 1.0 மைக்ரான் விட்டமுள்ள உருண்டை வடிவமாகவோ, சிறுநீரக வடிவிலோ, இரட்டையிரட்டையாகக் காணப்படும் கிருமிகளாகும். பெரும்பாலும் தொடுபொருள்கள் மூலம் பரவும் உட்பரவலான இந்நோயின் உள்ளுறைக் காலம் சுமார் ஒரு வாரமாகும். அதிகமாக மூக்குச் சளி ஒழுகுதலும், தொண்டைக் கரகரப்பும், தலைவலி, காய்ச்சல், முதுகிலும் கழுத்திலும் வலி ஏற்படுதல் போன்றவை இந்நோய்க்கு அறிகுறிகளாகும். நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள்கள் மூளையின் மென்படத்திற்குள் நுழைந்து இப்பாக்டீரியாவைக் கொல்வது கடினமாகையால், நோய் முற்றிய நிலையில் இந்நோயைக் குணப்படுத்துவது கடினம்.

5. கக்குவான் (Whooping Cough)

போர்டெடெல்லா பெர்டுசிஸ் (*Bordetella pertusis*) எனும் சிறிய நீளுருண்டை வடிவமுள்ள, கிராம்-ஒப்பா, பாசில்லசினால் உண்டாக்கப்படும் இக்கடுமையான தொற்று நோயால் பெரும்பாலும் இளம் வயதுக் குழந்தைகளே பாதிக்கப்படுகின்றன, இரண்டு வயதிற்குட்பட்ட குழந்தைகளில் இந்நோய் ஏற்பட்டால் உயிருக்குக் கேடு விளைவிக்கக்கூடும். வலிப்பு வந்ததைப் போல் தொடர்ந்து இருமுவதும், வாந்தியும், காது, கண், சில சமயங்களில் மூளையிலும், ஏற்படும் இரத்த ஒழுக்கமும் இந்நோயின் முக்கிய அறிகுறிகளாகும். இந்நோயினால் உணவு உண்ண முடியாமலும், அல்லது உண்ட உணவு செரிக்காமலும் உடல் நலிவுறுவதால் மற்ற நோய்கள் எளிதில் தொற்றுவதற்கு ஏதுவாகிறது.

குழந்தைகளுக்கு இந்நோய் வராமல் தடுப்பதற்கு கொல்லப்பட்ட போ.பெர்டுசிஸ் பாக்டீரியாவிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட வேக்சினைப்

பயன்படுத்தலாம். டெட்ராசைக்ளின்கள் போன்ற பரந்த செயலாற்றலுள்ள (broad spectrum) நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தி இந்நோய்க்குச் சிகிச்சையளிக்கலாம்.

II. உணவு, நீர் மூலம் பரவும் பாக்டீரிய நோய்கள் :

உணவு, நீர் மூலமாகப் பரவும் நோயூக்கிகள் பொதுவாகக் குடல் நோய்களை (enteric diseases) உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய குடல் நோய்கள் உண்டாக்கும் கிருமிகள் நோயாளிகளின் கழிவுப் பொருள்கள் மற்றும் நோய்க்கிருமிகள் தாங்கிய பொருள்கள், உணவு, நீர் முதலியவற்றை மாசுபடுத்துவதன் மூலமோ அல்லது ஈக்கள் போன்ற பூச்சிகள் பரப்புவதனாலோ பெரும்பாலும் மற்றவர்களைத் தொற்றுகின்றன. ஆனால், நோயுற்று நலமடைந்த பின்னரும் இக்கிருமிகளைத் தாங்கியுள்ளவர்களே இக்குடல் நோய்களைப் பரப்புவதில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றார்கள். உணவு, நீர் மூலம் பரப்பப்படும் முக்கியமான சில குடல் நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்களைப் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கீழே காண்போம்.

1. குடல்வாழ் பாக்டீரியாக்கள் (Enteric bacteria)

குடலுறுப்புகளில் வாழ்கின்ற எண்டிரோபாக்டிரியேசி (Enterobacteriaceae) என்ற பாக்டீரியக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கிராம் ஒவ்வா, கம்பி வடிவ சிஜெல்லா (*Shigella*), சால்மொனெல்லா (*Salmonella*) போன்ற சில பாக்டீரிய இனங்கள் நோயுண்டாக்கும் கிருமிகளாக வாழ்கின்றன. புரோடியஸ் (*Proteus*), கிளெப்சியெல்லா (*Klebsiella)* போன்ற இனங்கள் வாய்ப்புக்கண்டபோது நோயுண்டாக்குவன. எஸ்செரிசியா (*Escherichia*), ஏரோபாக்டர் (*Aerobacter*) போன்ற சில இனங்கள் குடல்வாழ் இயற்குடிகளாகவுள்ளவை. இவையும் சிற்சில சமயங்களில் நோயுண்டாக்குகின்றன.

2. வயிற்றுக் கடுப்பு (Dysentery)

நுண்ணுயிர்களினால் உண்டாகும் வயிற்றுக் கடுப்பு இரண்டு வகைப்படும். ஒன்று பாக்டீரியாவினால் ஏற்படுவது; இது பாக்டீரிய வயிற்றுக் கடுப்பு (Bacillary dysentery) எனப்படும். மற்றொன்று அமீபாவினால் உண்டாக்கப்படுவது; இது அமீபிய வயிற்றுக் கடுப்பு (Amoebic dysentery) எனப்படும்.

பாக்டீரிய வயிற்றுக் கடுப்பு : சிஜெல்லா டிசென்டெரியே (*S.dysenteriae*) என்னும் இனத்தைச் சேர்ந்த பாக்டீரியாவே பெரும்பாலும் கொடிய வயிற்றுக் கடுப்பை உண்டாக்குவதனால், பாக்டீரிய வயிற்றுக் கடுப்பை, சிஜெல்லோசிஸ்

(shigellosis) எனவும் கூறுவதுண்டு. நோய் தொற்றியபின், சுமார் 4 நாட்கள் அல்லது ஒரு வாரம் உள்ளுறை காலத்திற்குள், பேதி நீரெனக் கழிதல், களைப்பு போன்றவை ஏற்படும். சிறுநீர் கழிவது நின்று, இருதயம் திறனிழந்து, சில மணி நேரத்தில் உயிர் பிரியக்கூடும். இழக்கப்படும் நீரையும், மின்னுப்புகளையும் சலைன் (saline) எனப்படும் மருத்துவ மின்னுப்புக் கரைசல் நீரை இரத்தத்தினுள் செலுத்துவதன் மூலம் ஈடுகட்ட இயலும்.

சி.ஃபிளெக்ஸ்நெரி (*S.flexneri*) சி.சோன்னி (*S.sonnei*), போன்ற மற்ற சில சிஜெல்லா இனங்களும் வயிற்றுக் கடுப்பையுண்டு பண்ணிய போதிலும், அவை இவ்வளவு கடுமையானதாக இருக்காது. இந்நுண்ணுயிர்கள் குடலின் உட்பரப்பில் புண்கள் உண்டாக்கிய போதிலும், குடற்சுவரைக் கடந்து உடலினுட் பரவி ஊறு செய்வதில்லை.

3. காலரா (Cholera)

உயிர்போக்கும் கொடுமை நிறைந்த இந்த தொற்று வாந்திபேதி நோய்க்குக் காரணம், விப்ரியோ காலரே (Vibrio cholerae) எனும் சிறிது வளைந்த (curved) கிராம் - ஒவ்வாத் தன்மையுடைய, 0.3லிருந்து 0.6 மைக்ரான் பருமனும், 1.0லிருந்து 5.0 மைக்ரான் நீளமுள்ள, கம்பி வடிவ பாக்டீரியாவாகும். இந்நோய், இந்தியாவிலும், தென்கிழக்கு ஆசியாவிலும் உட்பரவலாகக் காணப்படுவதனால் இதனை ஆசியக் காலரா (Asiatic cholera) என்றும் கூறுவதுண்டு.

இந்நோய்ப் பொதுவாக நோய் கண்டவர்களால் குடிநீர்த் துறைகளுக்கருகில் கழிக்கப்பட்ட மலம், மழை நீரில் கரைந்து குடிநீரில் கலப்பதால் பரவுகின்றது. காலராக் கிருமிகள் தொற்றிய பின் இரண்டு மூன்று நாள்களுக்குள் நீர்த்த, அரிசிக் கஞ்சியைப் போன்ற பெருங்கழிச்சலுடன் வாந்தி ஏற்படும். முதலில் மஞ்சளாகவும், பின்பு கலங்கிய நீர் போலவும் வயிற்றுப்போக்கு ஏற்படும். இரத்தமோ, சீழோ கலந்திராது. மிகப்பெருமளவில் நீர் உடலை விட்டு நீங்குவதால், சோர்வும், உடல் வறட்சியும், நீருடன் மின்னுப்புகள் நீங்குவதால் தசைகளில் இசிவும், நாடி இறக்கமும் ஏற்படும். பின்பு சிறுநீரகம் பாதிக்கப்பட்டு இரத்தத்தில் நச்சேறி இதயம் நின்றுவிடக் கூடும். இந்நோயின் ஆரம்பக்காலத்திலிருந்தே மின்னுப்புக் கரைசலை இடையறாது இரத்தத்தினுள் தொடர்ந்து செலுத்தி நீர் மற்றும் மின்னுப்புக்களை ஈடுகட்டி வந்தால் மரணத்திலிருந்து நோயாளியைக் காக்கலாம். இந்நோய்க்கெதிராகக் கொல்லப்பட்ட வி.காலரே செல்களிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட வேக்சின் தடுப்பூசி மூலம் சுமார் மூன்று முதல் ஆறுமாதக் குறைகாலத் (short duration) தடுப்பாற்றலைப்

பெறலாம். முக்கியமாக சுகாதாரமான தூய பழக்கங்களாலும் ஈ மொய்க்காத, சூடான உணவுப் பண்டங்களை உட்கொள்ளுவதனாலும் இந்நோய் வராமல் தவிர்க்கலாம்.

4. டைபாய்டு காய்ச்சல் (Typhoid)

இந்நோய் சால்மொனெல்லா டைபோசா (*Salmonella typhosa*) எனப்படும் கிராம்-ஒவ்வாத் தன்மையுடைய, கம்பி வடிவ பாக்டீரியாவினால் ஏற்படுகின்றது. மற்றக் குடல் நோய்க் கிருமிகளைப் போலவே இந்நுண்ணுயிரும் உணவிலோ, பானத்திலோ கலந்து, குடலைப் பற்றி உடலினுட் புகுகின்றது. இவற்றின் உள்ளுறை காலமான 10லிருந்து 14 நாள்களுக்குப் பிறகு தொடக்கத்தில் மாலைக் காய்ச்சலாக வந்து, மூன்று நான்கு நாள்களுக்குப் பிறகு கடுமையான காய்ச்சலாக மாறிவிடும். முதல் வாரத்தில், நிமோனியா, இன்ஃபுளுயன்சா காய்ச்சல்களினின்று இதனைப் பிரித்தறிவது கடினம். கடுமையான தலைவலி, சிணுக்கிருமல், சுவையுணர்வு கெடுதல், மலம் கட்டுதல் போன்றவை இந்நோயின் மற்ற அறிகுறிகளாகும். இந்நோய்த் தீவிரமாகும்போது, அதாவது சுமார் பத்தாவது நாளில், சிறு குடலில் புண்கள் தோன்றுதல், உதடு, வாய், நாக்கு ஆகிய பகுதிகளின்மேல் வெண்கசடு படிதல், வயிற்றின் மேற்புறத்தில் சிவப்புப் புள்ளிகள் காணப்படுதல் போன்றவை உண்டாகும். சில நேரங்களில் குடற்புண் தைந்து துளையுண்டாகி உயிருக்கு ஆபத்து நிகழ்வதுமுண்டு. டெட்ராசைக்ளின்கள் போன்ற பரந்த செயலாற்றலுள்ள நுண்ணுயிர் எதிர்ப் பொருள்கள் மற்றும் குளோராம் பெனிகால் (chloramphenicol), குளோரோமைசிடின் (chloromycetin) போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள் மருந்துகள் இந்நோயைக் குணப்படுத்தப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

5. பாரா டைபாய்டு (Para typhoid)

சால்மொனெல்லா பாராடைபி (*S.paratyphi*) எனும் பாக்டீரியா உண்டாக்கும் இந்நோய் டைபாய்டு காய்ச்சலைவிடக் கடுமை குறைந்ததாகும் இந்நோயில், ஏ, பி என இரு வகைகளை இரு சிற்றினங்கள் உண்டாக்குகின்றன. இவ்விரு நோய்களுக்கும் நேரடித் தடுப்பாற்றல் (active immunity) வழங்க, கொல்லப்பட்ட பாக்டீரியச் செல்களைக் கொண்ட வேக்சின் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது TAB-டிஏபி (டி-டைபாய்டு; ஏபி-பாராடைபாய்டு ஏ.பி) என்ற பெயரில் வழங்கப்படுகின்றது.

III. நேரிடைத் தொடர்பு மூலம் பரவும் நோய்கள்

மனித உடலைப் போர்த்துள்ள தோலிலும், மூக்கு, வாய் போன்ற நுழைவாயில்களை மூடியுள்ள சீதச் சவ்வுகளிலும், ஏற்படும் காயங்களின் மூலம் அல்லது பூச்சிக்கடிகள் மூலம் புறத்தோலின் மீதோ, மண்ணிலோ, வேறு

தொடுபொருள்களின் மீதோ, இயற்குடிகளாகப் பெரும்பாலும் காணப்படும் சில நுண்கிருமிகள் உடலினுள் நுழைந்து பல நோய்களுக்குக் காரணமாகின்றன. வேறுசில நுண்ணுயிர்கள், நோயுற்றோர்கள் நோயற்றவர்களுடன் நேரடித் தொடர்பு கொள்ளும் பொழுது அவர்களைத் தொற்றிக் கொள்கின்றன.

1. ஸ்டஃபைலோகாக்கஸ் நோய்கள் (*Staphylococcus* infections)

ஸ்டஃபைலோகாக்கஸ் பாக்டீரியா உடலின் புறத்தோலின் மேல் இயற்குடியாகக் காணப்பட்ட போதிலும், ஸ்.ஆரியஸ் (*S.aureus*) அல்லது ஸ்.பையோஜீன்ஸ் (*S.pyogenes*) போன்ற கிருமிகளால்தோலின் புறப்பரப்பில் உண்டாகும் புண் அல்லது காயங்களின் மூலம் உள் நுழைந்து கொப்புளங்கள் (boils), சீழ்கட்டிகள் (abscesses), கட்டிகள் (carbuncles) போன்றவையும் சில நேரங்களில் நிமோனியா ஏற்படவும் காரணமாகின்றன.

இந்நுண்ணுயிர்கள் கிராம்-ஒப்புந் தன்மையுடைய, சுமார் 0.8 லிருந்து 1.0 மைக்ரான் விட்டமுள்ள உருண்டை வடிவச் செல்களாகும். உணவுப் பொருள்களில், இவற்றால் உண்டாக்கப்படும் புற நச்சுப்பொருள், குடலைத் தாக்கி இத்தகைய நச்சுணவை உண்ட சுமார் 4 மணி நேரத்தில் வாந்தியையும், வயிற்றுப்போக்கையும் ஏற்படுத்துகின்றது. இந்நோய்க்கிருமிகளை பெனிசில்லின் அல்லது பரந்த செயலாற்றலுள்ள நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள் மருந்துகளால் கட்டுப்படுத்தி விடலாம்.

2. ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் நோய்கள் (*Stroptococcus* infections)

பொதுவாகப் புறத்தோலின் மீது இயற்குடிகளாக வாழும் இந்தப் பாக்டீரியாக்கள் தோலில் காயமோ, புண்களோ ஏற்படும் பொழுதும், உணவுப் பொருள்கள் மூலமும், உடலினுள் நுழைந்து நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. முக்கியமாக, ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் பையோஜீன்ஸ் (*S.pyogenes*) எனும் பாக்டீரியா தொண்டைப் புண் (septic sore-throat), சில வகைக் காய்ச்சல்கள் மற்றும் சில தோல் வியாதிகளையும் உண்டாக்குவதோடன்றிப் புண்களைத் தாக்கி அவை விரைவில் குணமாவதையும் தடுக்கின்றன. இந்நோய்க்கிருமிகள் பெனிசில்லின், டெட்ராசைக்ளின்கள் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருட்களால் எளிதில் கொல்லப்படுகின்றன.

3. கலவி மேக நோய்கள் (Venereal diseases)

அ. கொனோரியா (gonorrheae)

இது நிசெரியா கொனோரியே (*Neisseria gonorrheae*) எனும் கிராம்-ஒவ்வாத்

தன்மையும் 0.6லிருந்து 1 மைக்ரான் விட்டமுள்ள காப்பிக் கொட்டை வடிவமுள்ள பாக்டீரியாவினால் உண்டாக்கப்படும் ஒருவகை மேக நோயாகும்.

இக்கிருமிகள் ஆண், பெண் இருபாலரின் சிறுநீர் வழியைத் (urethra) தாக்கி அழற்சியும், சீழும் உண்டாக்குவதோடல்லாமல் இரத்தத்திலும் கலந்து மூட்டுகளையடைந்து, மூட்டு நோயும் (rheumatism), இருதயத்தைத் தாக்கி இதய நோயும் (endocarditis) உண்டாக்கவல்லவை. இந்நுண்ணுயிர்கள் சிறுநீர் வழியிலிருந்து வெளிப்படும் சீழில் பெருவாரியாகக் காணப்படும். இவை ஆண், பெண் கலவி மூலம் பரப்பப்படுகின்றன. இக்கிருமிகளை பெனிசில்லின், ஸ்டிரெப்டோமைசின், டெட்ராசைக்ளின்கள் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருட்களால் எளிதில் கட்டுப்படுத்தி விடலாம்.

ஆ. சிபிலிஸ் (Sypilis)

சிபிலிஸ் எனப்படும் இந்த மேகநோய் டிரிபொனிமா பல்லிடம் (*Tryponema pallidum*) எனும் 8 லிருந்து 14 மைக்ரான் நீளமும் 0.25 மைக்ரான் பருமனுமுள்ள சுருள்கம்பி (spiral) வடிவமுள்ள பாக்டீரியாவினால் உண்டாக்கப்படுகின்றது. இது, ஆண்களிடம் காணப்படும் நோயானாலும் பெண்கள் இந்நோய்க்கிருமிகள் தாங்கிகளாகச் செயல்படுகிறார்கள்.

இந்நோய் பிறவித் தொற்றலாக (congenital) நோய்க்கிருமிகள் தாங்கிய தாயின் இரத்தத்தின் மூலம் கொப்பூழ்க் கொடி வழியாகக் கருப்பையில் உள்ள கருவிற்குத் தொற்றலாம். நேரடித் தொற்றலில் பெரும்பாலும் கலவியின் பொழுது இக்கிருமிகள் ஆணுறுப்பின் சீதச் சவ்வைத் தொற்றிச் சிறுநீர்க் குழாய் மூலம் உடலினுள் நுழைகின்றது. இக்கிருமி தொற்றிய சுமார் 10 லிருந்து 90 நாள்கள் உள்ளுறை காலத்திற்குப் பிறகு முதலில் கிருமி தொற்றிய இடத்தில் சிறிய புண் தோன்றி இதனைச் சுற்றியுள்ள நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் அழற்சியுற்று வீங்கும். இக்குறிகள் தோன்றிய சுமார் இரு வாரங்களுக்குப் பிறகு தலைவலி, தொண்டைவலி, மூட்டுவலி, தோலில் ஒருவிதச் சொறித் தன்மை (rash) முதலியன தோன்றும். இவ்வறிகுறிகள் ஒருசில மாதங்களோ, வருடங்களோ தொடர்ந்து இருக்கலாம். இந்நிலைக்குப் பிறகு இக்கிருமிகள் இரத்தத்தில் பெருகி இருதயத்தையும், நரம்பு மண்டலத்தையும் தாக்கி வாதமும், மூளைக் கோளாறுகளும் ஏற்பட்டு மரணம் சம்பவிக்கக்கூடும். இந்நோய்க் கிருமிகளுக்கு பென்சிலின் மற்றும் டெட்ராசைக்ளின்கள், எரித்ரோமைசின் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருட்கள் மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

4. டெடனஸ் (Tetanus)

கிளாஸ்டிரிடியம் டெடனி (*Clastridium tetani*) எனும் சுமார் 4லிருந்து 8 மைக்ரான் நீளமுள்ள, கம்பி வடிவ, காற்று விரும்பா வகைப் பாக்டீரியாவினால் ஏற்படும் ஒருவகை வலிப்பு நோயே டெடனஸ் எனப்படும். பெரும்பாலும், வெட்டு அல்லது காயம் பட்ட இடத்தைத் தொற்றி இந்நோய் உண்டாகின்றது. இந்தப் பாக்டீரியத்தின் ஒரு முனையில் வித்து உண்டாகி அம்முனை பெருத்து, டென்னிஸ் மட்டை (racket) போன்று நுண்பெருக்காடி மூலம் பார்க்கும்பொழுது காணப்படுகின்றது. இந்நுண்ணுயிர் பெரும்பாலும், மண்ணிலும், மற்ற எல்லா இடங்களிலும் காணப்படுகின்றது. இருந்தும், இந்நோய் வெகு அரிதாகவே உண்டாவதன் காரணம், ஆக்ஸிஜன் நிரம்பிய சூழல் இந்நோய்க் கிருமிக்கு எதிரியாவதேயாகும்.

இவை உண்டாக்கும் நச்சுப் பொருள் உடலினுள் பரவி விசை நரம்புகளைத் (motor nerves) தாக்குகின்றன. பாதிக்கப்படும் விசை நரம்புகளுக்குரிய தசைகள் விறைத்துக் கொள்ளும். பெரும்பாலும், தாடைத் தசைகளே முதலில் தாக்கப்படுவதால், வாய் திறக்க முடியாமற் போகும். இதனாலேயே இந்நோயை பூட்டிய தாடை (lock jaw) நோய் என்றும் கூறுவதுண்டு. தசை விறைப்புகள் முதிர்ந்து, அடுத்த கட்டத்தில் வலிப்பு உண்டாகும். இந்நோயுற்றோர்க்குச் நச்செதிர்ப்பிகள் கொடுக்கப்பட்டாலும், நரம்புத் திசுவைப் பற்றிய நச்சை எளிதில் முறிக்க முடியாது. தொடக்கத்திலேயே நோயை அறிந்து நச்செதிர்ப்புச் சிகிச்சை செய்யின் நோயாளி பிழைக்கக் கூடும். பொதுவாக, இந்நோய் கண்டோரில் ஒன்றுக்குப் பாதி பேர் பிழைப்பதரிது. எனவே தான், முள் அல்லது ஆணி குத்தியோ, வேறு வகைகளிலோ சிறு காயம் பட்டாலும் ஏடிஎஸ் (ATS) எனப்படும் டெடனஸ் நோய் எதிர்ப்புச் சீரம் (Anti-Tatanus Serum) ஊசி மூலம் போட்டுக் கொள்வது அவசியமாகும்.

5. தொழுநோய் (Leprosy)

மைகோபாக்டீரியம் லெப்ரே (*Mycobacterium leprae*) எனும் ஆக்டினோமைசிட்டினால் (பாக்டீரிய வகுப்பு) உண்டாக்கப்படும் இக்கிருமிகள் சுமார் 1.5 லிருந்து 8 மைக்ரான் நீளமுள்ள கிராம்-ஒப்பும், அமிலந்தாங்கிச் செல்களாகும். இவை, பெரும் எண்ணிக்கையில் தொழுநோய்ச் செல்களுக்குள் (lepra cells) காணப்படும். இந்நோய் நோய்ப்பட்டோருடன் நேரடித் தொடர்பினால் தொற்றிக்கொள்ளும் நோயாகும்.

மனிதனுக்கு ஏற்படும் தொழுநோய் மூன்று வகைப்படும். ஒன்று நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்குவது; மற்றது தசைகளைத் தாக்கி முடிச்சுகள் (nodules) உண்டாக்குவது; மூன்றாவது இரண்டுங் கலந்ததாகும். இந்நோய் மிக மெதுவாகவே

பரவுந்தன்மையுடையது. இந்நோயால் மரணம் நேரிடுவது அரிது. தொழுநோயுற்ற பகுதிகளிலிருந்து வெளிப்படும் சொரிவுகளின் மூலமே இந்நோய்ப் பிறரைத் தொற்றுகின்றது. இந்நோய்க்கு சல்போன்கள் (sulphones) என்னும் மருந்துகளை வாய் மூலமும், புரோனின் (pronin) என்னும் மருந்தை ஊசி மூலம் சிரையினுள்ளும் (intraveinous) செலுத்துவதன் மூலம் சிகிச்சையளிக்கலாம். இவை, இந்நோய்க் கிருமிகளின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் மருந்துகளேயாகையால், இந்நோய்க்கு நீண்டகால மருத்துவ சிகிச்சைத் தேவைப்படுகின்றது.

IV. புரோட்டோஸீவா நோய்கள்

1. அமீபிய வயிற்றுக்கடுப்பு

இந்நோய், எண்டமீபா ஹிஸ்டோலிடிகா (*Entamoeba histolytica*) எனும் புரோடோஸோவாவினால் ஏற்படுகிறது. இந்நுண்ணுயிரின் கூடு (Cyst) வடிவங்கள் உணவுக் குழாய் மூலம் பெருங்குடலை அடைந்து வளர்நிலையை (vegetative phase) அடைகின்றன. இவற்றிற்கு திசுக்களைக் கரைத்து ஊடுருவித் தாக்கும் ஆற்றல் உள்ளதால் குடற்ச் சவ்வைத் துளைத்துக் குடற் சுவரில் குடிபுகுகின்றன. மேலும் சிலநேரங்களில் இவை இரத்தத்தினுள்ளும் ஊடுருவி ஈரலை அடைந்து, அழற்சியையும், கட்டியையும் உண்டாக்குதல் மற்றும் நுரையீரலைத் தாக்குவதும் உண்டு. குடலில் இவ்வமீபா வாழும் பொழுது பெரும்பாலும் வயிற்றுப்போக்கு, சோர்வு, காய்ச்சல் முதலியவை தோன்றும். மலத்தையும் இரத்தத்தையும் சோதித்து இந்நுண்ணுயிரைக் கண்டறியலாம்.

2. மலேரியா (Malaria)

மலேரியா எனப்படும் குளிர்க்காய்ச்சல் பிளாஸ்மோடியப் (*Plasmodium*) பொது இனத்தைச் சேர்ந்த சில புரோடோசோவாச் சிற்றினங்களால், இந்நோய்க் கிருமிகள் தாங்கிய கொசுவின் மூலம் மனிதனுக்குப் பரவுகின்றது. இப்புரோட்டோசோவாவின் வாழ்க்கைச் சுழலின் பெரும்பகுதி இதன் ஓம்புயிரான அனாபிலிஸ் கொசுவின் உடலினுள் நிகழ்கிறது. கொசுக்கடி மூலம் இக்கிருமிகள் மனிதனின் இரத்தத்தினுள் செலுத்தப்பட்டு, அங்கு எண்ணிக்கையில் பெருகி இந்நோயை உண்டாக்குகின்றன. மனிதனுக்கு மலேரியா. உண்டாக்கும் பிளாஸ்மோடிய இனங்கள் மூன்றாகும். இவற்றுள் பி.வைவாக்ஸ் (*P.vivax*) என்பது பெரும்பான்மையானது. இது சுமார் 48 மணி நேரத்திற்கொருமுறை குளிர்க்காய்ச்சலை உண்டாக்கும். பி. மலேரியே (*P.malariae*) எனும் இனம் சமார் 72 மணி நேரத்திற்கொரு முறையும், பி.ஃபால்சிபேரம் (*P.falciparum*) 48 மணி நேரத்திற்குக் குறைவான இடைவெளிகளிலும், முறைக் காய்ச்சல்களை

உண்டுபண்ணக்கூடியன. இந்நோய்க்குத் தடுப்பூசி எதுவும் இல்லை. எனினும், குளோரோகுயின், (Chloroquine) பிரைமாகுயின் (Primquine) போன்ற மருந்துகள் இந்நோயைக் குணமாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

3. தூக்க நோய் (அ) டீரிபனசோமியாசிஸ் (*Trypanosomiasis*)

டிரிபனசோமா (*Trypanosoma*) எனும் பொது இனத்தைச் சேர்ந்த டி.காம்பியென்சி (*T.gambiense*) எனும் சிற்றினத்தினால் இந்நோய் உண்டாக்கப்படுகின்றது. செட்செ (tsetse) எனும் பூச்சிகள் இப்புரோட்டோசோவாவிற்கு ஓம்புயிராக விளங்குகின்றன. இவை, மனிதனைக் கடிக்கும் போது, இக்கிருமிகள் இரத்த ஓட்டத்தையடைந்து, நிணநீர்ச் சுரப்பிகளிலும் பெருக்கமடைந்து நோயுண்டாக்குகின்றன. இந்நோய் கண்டவருக்கு தலைவலி, காய்ச்சல், தூக்கமின்மை, சோகை முதலிய புறக்குறிகள் முதலில் தோன்றிப் பின்னர் நடு நரம்புத் தொகுதி தாக்கப்பட்டு, நடுக்கம், சக்தியின்மை, சோம்பல், தூக்கத்தில் நினைவிழந்த நிலையில் நடத்தல் அல்லது வேறு காரியங்கள் செய்தல் முதலியன ஏற்படும். மருத்துவம் செய்யாவிட்டால் மரணத்தில் முடியும். நச்சத்தன்மை வாய்ந்த டிரைபர்சமைடு (triparsamide) போன்ற ஆர்சனிக் மருந்துகள் இந்நோய்க்குச் சிகிச்சையளிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

V. தோல் பூஞ்சண நோய்கள் (Dermatophytoses)

புறத்தோல், உரோமம், சீதச்சவ்வுகள் முதலியவற்றைத் தொற்றி நோயுண்டாக்கும் பூஞ்சணங்கள் டெர்மடோபைட்டுகள் (dermatophytes) எனப்படுகின்றன. இவை பெரும்பாலும் நேரடித் தொடர்பினால் ஏற்படும் நோய்களாகும். இந்நோய்கள் கடுமையானவையல்ல வெனினும் இவற்றை எளிதில் கட்டுப்படுத்த முடிவதில்லை. தோல் வியாதிகள் உண்டாகும் சில பூஞ்சண இனங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

எபிடெர்மோபைடான் ஃப்ளாக்கோசம் (*Epidermophyton floccosum*)	புறத்தோல் கை, கால்களிலுள்ள நகங்கள் முதலியவற்றில் நோயுண்டாக்குகின்றது.
மைக்ரோஸ்போரம் ஆடௌனி (*Microsporum audowni*) மை. காணிசு (*M. canis*)	குழந்தைகளின் மண்டையின் மேல் (scalp)
டிரைகோபைடான் மெண்டக்ரோபைட்ஸ் (*Trichophyton mentagrophytes*), டி.ரூப்ரம் (*T.rubrum*)	தொற்றி நோயுண்டாக்குவன.

டி.டோன்சுரான்ஸ் (*T.tonsurans*)		உடலின் பல பாகங்களிலும், குறிப்பாக மண்டை
டி.மென்நினி (*T.megnini*)		ஊரோமம் முதலியவற்றிலும்
		நோயுண்டாக்குகின்றன.

ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ், பெனிசில்லியம், மியூகார், ரைசோபஸ் முதலிய மக்குண்ணிப் பூஞ்சணங்களும், சிலபொழுது தொற்றுக் கிருமிகளாக உடலின் பல பாகங்களில் புகுந்து பலவித நோய்களை உண்டாக்குவதுண்டு. மனிதனைத் தாக்கும் முக்கியப் பூஞ்சணநோய்களின் பட்டியல் 10.4ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

VI. விலங்குகள் மூலம் மனிதனுக்குத் தொற்றி நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்கள்

நுண்ணுயிர்கள் மனிதனைத் தொற்றுவதைப் போலவே பல வழிகளில் விலங்குகளையும் தொற்றுகின்றன. விலங்குகளைத் தொற்றும் பல நோய்கள் மனிதனையும் தொற்றுகின்றன. இத்தகைய நோய்கள் விலங்குவழி நோய்கள் (zoonoses) எனப்படுகின்றன. தொண்டை அடைப்பான் நோய் (anthrax) கருச்சிதைவு நோய் (brucellosis), பிளேக் (plague) முதலிய பாக்டீரிய நோய்களும், ரேபீஸ் (rabies) எனும் நாய்க்கடி வெறி, கோமாரி அல்லது பாத-வாய் நோய் (foot and mouth disease), போன்ற வைரசு நோயும், மலேரியா (malaria), டிரிபனசோமியாசிஸ் (trypanosomiasis) எனப்படும் தூக்கநோய் (sleeping sickness) போன்ற புரோடசோவா நோய்களும் இப்படிப்பட்ட நோய்களாகும்.

1. தொண்டை அடைப்பான் நோய் : (Anthrax)

இந்நோய்க் கால்நடைகளுக்கு பாசில்லஸ் ஆந்த்ராசிஸ் (*Bacillus anthracis*) எனும் கிராம்-ஒப்பும் 3லிருந்து 10 மைக்ரான் நீளமுள்ள, கம்பிவடிவ, பாக்டீரியாவினால் உண்டாகும் நோயாகும். நோய் கண்ட கால்நடைகள் அவற்றின் மூச்சுப்பாதை அடைத்து, இரத்தம் கெட்டு இறந்து விடுகின்றன. இந்நோய் தொற்றிய மனிதர்களுக்கு முகத்திலும், கழுத்திலும் கட்டிகள் தோன்றி, மூச்சுப்பாதை அடைத்து மரணம் ஏற்படும். இந்நுண்ணுயிர், பெரும்பாலும் வித்துக்களாக மண்ணிலும், நோயினால் இறந்த உடலிலும், கால்நடைகளின் தோல், உரோமம் முதலியவற்றில் காணப்படுகின்றன. நோய்ப்பட்ட பிராணியின் இறைச்சியைச் சரியாக சமைக்காமல் உண்டால் இக்கிருமிகள் குடலைத் தாக்கி, கொடிய வயிற்றுக் கடுப்பு ஏற்படுத்தி, இரத்த விரயத்தினால் மரணம் உண்டாக்கக்கூடும். இந்நோயிலிருந்து கால்நடைகளைக் காக்க தடுப்பூசி போடப்படுகின்றது. மனிதனுக்கு இத்தகைய தடுப்பூசி இல்லை. ஆனால், ஸ்டிரெப்டோமைசின், பெனிசிலின், சல்பனமைடு போன்ற மருந்துகள் இந்நோய் தீர்க்கப்பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

2. கருச்சிதைவு நோய் :

புருசெல்லா அபார்டஸ் (*Brucella abortus*) எனும் கால்நடைகளில் கருச்சிதைவுத் தொற்றுநோய் உண்டாக்கும் இப்பாக்டீரியா, மனிதனுக்கு ஒருவகை முறையற்ற காய்ச்சலை (undulating fever) யும் உண்டாக்குகின்றது. நோய்ப்பட்ட கால்நடைகளின் சிறுநீர், சாணம், உமிழ்நீர் முதலியவற்றின் மூலம் இக்கிருமிகள் மற்றக் கால்நடைகளுக்குப் பரவுகின்றன. மனிதனுக்குப் பெரும்பாலும் நோய்கண்ட பசுக்களின் பால் மூலம் பரவுகின்றது. இந்நோய் கண்ட கால்நடைகளில் தொடர்ந்து கருச்சிதைவு ஏற்படுகின்றது. கால்நடைகளில் இந்நோய் கண்டபின் கட்டுப்படுத்துவது கடினம். மனிதனுக்கு இந்நோய் தொற்றிய சுமார் 5 அல்லது 30 நாட்களுக்குட்பட்ட மேற்பட்ட உள்ளுறை காலத்திற்குள், தசைவலியும், மூட்டுவலியும், தலைவலியும், குளிரும், காய்ச்சலும் ஏற்படுகின்றது. இரவில் வேர்த்துக் கொட்டுதலும், முறையற்ற விட்டு விட்டு வரும் காய்ச்சலும் காணப்படும். கால் நடைகளுக்குத் தடுப்பூசி மூலம் தடுப்பாற்றல் ஏற்படுத்தலாம். மனிதனுக்கு இந்நோய் வராமல் தடுக்கப் பாஸ்சர் முறையில் கிருமிகள் நீக்கப்பட்ட (pasteurised) பாலைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

3. பிளேக் (Plaque)

இக்கொடிய வெளிப்பரவல் நோயானது நோய் கண்ட எலிகளின் மூலம் மனிதனுக்குப் பரவும். இது எர்சினிமா பெஸ்டிஸ் (*Yersinia pestis*) எனும் பருமனாகவும், குட்டையாகச் சுமார் 1 லிருந்து 2 மைக்ரான் நீளமேயுள்ள பாக்டீரியாவினால் உண்டாக்கப்படுகின்றது. பிளேக் நோய் கண்ட எலிகளைக் கடித்த தெள்ளுப் பூச்சிகள் (*Xenopsylla cheopis*) மனிதரைக் கடிக்கும் போது கடிவாய் வழியாக இந்நோய்க் கிருமிகள் உடலினுள் சென்று பரவுகின்றன. பிளேக்கில் மூன்று வகைகளுள்ளன ; முதல்வகை, நிணநீர்ச் சுரப்பிகளைத் தாக்கிக் கட்டிகள் உண்டாக்கும்; கல்லீரல், இதயம், மூத்திரக்காய் முதலியனவும் பாதிக்கப்படும். இரண்டாவது வகை, நுரையீலைத் தாக்கி, நிமோனியா போன்ற நோயை உண்டாக்கும். மூன்றாவது வகை, இரத்தத்தைத் தாக்கி நச்சேற்றி மரணம் உண்டாக்கும். எலிகளை ஒழிப்பதும், பிளேக் தடுப்பூசி போட்டுக்கொள்ளுதலும், இந்நோயிலிருந்து மனிதர்களைக் காக்கும் வழிகளாகும். சல்பனமைடுகளும், மற்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள்களும் இந்நோய்க்கு மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வைரஸ் நோய்கள் (VIRAL DISEASES)

1. வைசூசி (அ) பெரியம்மை (Small Pox)

வைசூரி அல்லது வேரியோலா என்று கூறப்படுகின்ற பெரியம்மை நோய் ஒரு வைரசால் ஏற்படும் கடுமையான, கொடுமை மிகுந்த, தொற்று நோயாகும். வைசூரி வைரசில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. அவை (1) வேரியேலா மேஜர் (2) வேரியோலா மைனர் என்பனவாகும். இவற்றில் முதல்வகை நோய் தொற்றியவர்களில் சுமார் 10லிருந்து 30 சதவிகிதம் வரை மரணம் உண்டாக்கவதால் மிகக் கொடுமை வாய்ந்ததாகும். இரண்டாம் வகை, கொடுமை குறைந்ததாகவும் காணப்படுகின்றது. வைசூரி நோய் கடுங்காய்ச்சலுடன் தொடங்கிக் கடுமையான தலைவலி, முதுகுவலி, வாந்தி போன்றவற்றை உண்டாக்கலாம். சிறு குழந்தைகளானால் தொடக்கத்தில் வலிப்பு ஏற்படலாம். மூன்று நாட்கள் காய்ச்சலடித்தபின், துவரை போன்ற தடிப்புகள் முதலில் முகத்திலும் பின்பு உடலெங்கும் உண்டாகும். ஆறாவது நாள் தடிப்புக்கள் குழிந்த கொப்புளங்கள் ஆகி, எட்டாம் நாள், சீழ்பிடித்ததுபோல் காணும்; கொப்புளங்களைச் சுற்றிலும் சிவந்திருக்கும். பன்னிரெண்டாம் நாளிலிருந்து கொப்புளங்களில் பொறுக்குண்டாகி ஆறத்தொடங்கி, மூன்றாம் வாரத்தில் இப்பொறுக்குகள் உதிரத் தொடங்கும்.

இந்நோய் கண்ட ஒருவாரத்திற்குப் பிறகு மற்ற பாக்டீரிய நோய்க்கிருமிகள் நுரையீரலைத் தாக்கிக் கேடு விளைவிக்கக்கூடும். வைசூரி கண்டு இறந்த பலர் உண்மையிலேயே வைசூரி வைரசால் இறக்காமல், பின் தொற்றிய பாக்டீரிய நோயால் தான் மாண்டுள்ளனர் என்பதால் வைசூரி நேய் கண்ட பிறகு இத்தகைய பாக்டீரிய நோய்களிலிருந்து தப்புவதற்கு நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்துகளைப் பயன்படுத்துவது நல்லது. நோயுற்றவர்களின் மேல் மூச்சுப்பாதையினின்று எழும் நுண்திவலைகளால் இவ்வைரசு பரவுகின்றது. தவிர, கொப்புளங்களிலிருந்து வரும் சீழ், உதிரும் துகள், பொருக்கு முதலியவற்றாலும், அவற்றோடு தொடர்பு கொண்ட தொடுபொருள்கள் மூலமும் பரவக்கூடும். நோய்ப்பட்டவர்களிடமிருந்து சுமார் ஒரு மாதம் வரை பிறரைத் தொற்றும் ஆற்றல் மிக்கது என்பதால் இந்நோய்க்கண்டவரை நான்கு வாரங்களாவது பிறரிடமிருந்து ஒதுக்கி வைப்பது அவசியம். வைசூரி வைரசுகள் வறட்சியான சூழலை எதிர்த்து நீண்ட நாள்கள் வாழவல்லவை என்பதால் காற்றின் மூலம் இவை தொலைவு கடந்தும் தொற்றக்கூடும்.

வைசூரி நோய்க்கு முதன் முதலில் ஜென்னர் என்ற மருத்துவ விஞ்ஞானியால் 1796-ல் வேக்சின் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. குழந்தைகளுக்கு பிறந்த மூன்றாவது மாதத்திலிருந்து ஓராண்டிற்குள், வேக்சினேசன் (அம்மை குத்தல்) செய்யப்படல்

வேண்டும். ஒருமுறை வைசூரி கண்டவர்களுக்கோ அல்லது அம்மை குத்தப்பட்டவர்களுக்கோ மறுமுறை இந்நோய் கண்டால் கடுமையாக இருப்பதில்லை.

2. சின்னம்மை (அ) கொத்துமல்லியம்மை

வேரிசெல்லா வைரசினால் ஏற்படும் சின்னம்மை நோயினால் உண்டாகும் கொப்புளங்கள் கொத்துமல்லி விதைகளைப்போல் காணப்படுவதனால் இது கொத்துமல்லி அம்மை என்றும், இதைப்போன்ற அம்மைநோயே கோழிகளிலும் காணப்படுவதால் கோழியம்மை என்றும் கூறப்படுகின்றது. இந்நோய் வைசூரியைப் போன்று அவ்வளவு கொடுமைமிக்கதல்ல. இந்நோயும் பெரும்பான்மையாகக் குழந்தைகளையும், சிறார்களையுமே தாக்குந்தன்மையுடையது. ஒருமுறை இந்நோய் பெற்றபின் ஆயுள் முழுவதும் இந்நோய்க்குத் தடுப்பாற்றல் கிடைக்கின்றது.

3. மணல்வாரியம்மை (அ) தட்டம்மை

இது ரூபெல்லா எனும் வைரசால் ஏற்படும் தொற்றுநோயாகும். இந்நோயினால் ஏற்பட்ட சருமப்புள்ளிகள் (வேர்க்குருவைப் போன்ற சிறு கொப்புளங்கள்) தடவும் போது சிறு மணல் தூவியது போல் விரல்களக்குத் தோற்றுவதால் இது மணல்வாரியம்மை எனப்படுகின்றது. அப்புள்ளிகள் மறையும்போது, சருமத்தினின்று அதன் புறப்படலச் செல்கள் தவிடுபோல் உதிருவதால், தவிட்டம்மை என்றும் கூறப்படுகின்றது.

4. இன்ஃபுளுயென்சா

இன்ஃபுளுயன்சா வைரசுகள் நான்கு வகைப்படும். அவை, ஏ, பி, சி, டி வகைகளாகும். இதைத்தவிர அறியப்படாத பலவும் உள்ளன. ஒவ்வொரு நாட்டிலும், நாடு முழுதும் வெளிப்பரவலாக ஒரே சமயத்தில் காணப்படும் ஃபுளுநோய் வகைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட காலச்சுழற்சியில் ஏற்படுவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஒருவகை ஃபுளுக் காய்ச்சல் 2-லிருந்து 3 ஆண்டுகளுக்கொருமுறையும், மற்றொன்று 4-லிருந்து 6 ஆண்டுகளுக்கொருமுறையும் பரவுகின்றதெனத் தெரிகின்றது.

5. சாதாரணச் சளி

சாதாரணச்சளி ஒரே வகை வைரசால் உண்டாக்கப்படுவதில்லை. இதுவரை சுமார் 70 வகை வைரசுகள் சாதாரணச் சளி பிடித்தவர்கள் மூச்சுச் சொரிவிலிருந்து, பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் சாதாரணச் சளியை மட்டும் உண்டாக்கும் வைரசு இனம் எதுவென்று கண்டுபிடிக்க இயலவில்லை. பொதுவாக சளியுண்டாக்கும் வைரசுகள் தொற்றுவதனால் 12லிருந்து 72 மணிநேரத்திற்குள் மூக்கு, தொண்டை

மேல் மூச்சுக்குழல் முதலியவற்றில் சளி பிடிக்கின்றது. இது 2,லிருந்து 7 நாள்கள் வரை தொடரும். சிறிது காய்ச்சலும், குளிர்ந்த உணர்வும், அசௌகரியமும் காணப்படும். இன்ஃபுளுயன்சாவைப் போல் கடுமையான காய்ச்சல், உடல் வலி முதலியன தோன்றுவதில்லை. இந்நோய்க்கு உடல் தூய்மையும், நல்ல ஓய்வுமே மருந்துகளாகும்.

6. இளம்பிள்ளைவாதம் (அ) போலியோ

மிக மிக நுண்ணிய சுமார் 8-லிரந்து 12 மில்லிமைக்ரான் அளவேயுள்ள வைரசுதான் இளம்பிள்ளை வாதம் எனும் கொடிய தோற்று நோயுண்டாக்கும் கிருமியாகும். இது, பெரும்பாலும் இளம் பிள்ளைகளில் தோன்றி, கால்களோ கைகளோ செயலிழப்பதனால் இப்பெயர்பெற்றது. 'போலியோ மைலிடிஸ்' எனும் இதன் கிரேக்கப்பெயரின் பொருளிற்கேற்ப, இந்நோய் தண்டுவடத்தின் சாம்பல் நிறப்பகுதியில் அழற்சி உண்டாக்குகின்றது. இப்பகுதியில் இயக்க விசைச் செல்கள் அமைந்திருப்பதால் தான், இப்பகுதியில் ஏற்படும் அழற்சி இச்செல்களைத் தாக்கி அவற்றின் செயல்திறனைக் குறைக்கவோ, முற்றிலும் அழிக்கவோ செய்கின்றது. இதனாலேயே வாதம் ஏற்படுகின்றது. வாத நோயின் அறிகுறிகள் தோன்றியவுடனே, நோயுற்றோருக்கு இரவல் தடுப்பாற்றல் ஏற்பட நலமுறு சீரம் எனப்படும் ஏற்கனவே தடுப்பாற்றல் பெற்றோரின் சீரமோ அல்லது அதிலுள்ள காமா கிளாபுலினோ கொடுத்தால் இந்நோயினால் ஏற்படும் கேட்டையும், வாதமேற்படுவதையும் தடுக்கமுடியும். நோயுற்றவர்களின் அல்லது இந்நோய் வைரசை உள்ளுறை நிலையில் பெற்றவர்களின் தொண்டை, மூக்கு முதலியவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் சொரிவுகள் மூலமோ அல்லது நோயுற்றோரின் மலத்திலுள்ள வைரசோ, உணவு, நீர், பால் முதலியவற்றின் மூலமோ மற்றும் ஈக்களின் மூலமோ இவைப் பரவலாம். வேக்சின் மூலம் இந்நோய்க்குத் தடுப்பாற்றல் பெறுவதே வாத நோயினின்று தப்பச் சிறந்த வழியாகும். வாய் மூலம் உட்கொள்ளக் கூடிய வேக்சின்களை குழந்தைகளுக்கு உரிய காலத்தில் கொடுப்பதன் மூலம், தடுப்பாற்றலை ஏற்படுத்தலாம்.

7. கோமாரி (அ) பாத-வாய் நோய் (Foot and Mouth Disease)

இரட்டைக் குளம்புள்ள கால்நடைகளில் வைரசால் உண்டாக்கப்படும் இந்நோய்க் கால்நடைகளில் காய்ச்சலும், உணவுப்பாதை சீர்கேடுகளும், வாயின் சீதச்சவ்வுப் பகுதியிலும், பசுவின் மடியிலும், குளம்புகளுக்கிடையேயுள்ள தோல்பகுதியிலும், சீழ்கட்டிய புண்கள் உண்டாக்குகின்றது. உரிய காலத்தில் மருத்துவம் செய்யாவிடில் இந்நோய் கண்ட கால்நடைகள் பெரும்பாலும் இறந்துவிடுகின்றன. நோயிலிருந்து தப்பிய பசுக்களில் கருச்சிதைவும், பாலின்

அளவு குறைதலும் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றது. கொல்லப்பட்ட வைரசுகளிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட வேக்சின் மூலம் கால்நடைகளுக்கு இந்நோய்க்குத் தடுப்பாற்றல் வழங்கப்படுகின்றது.

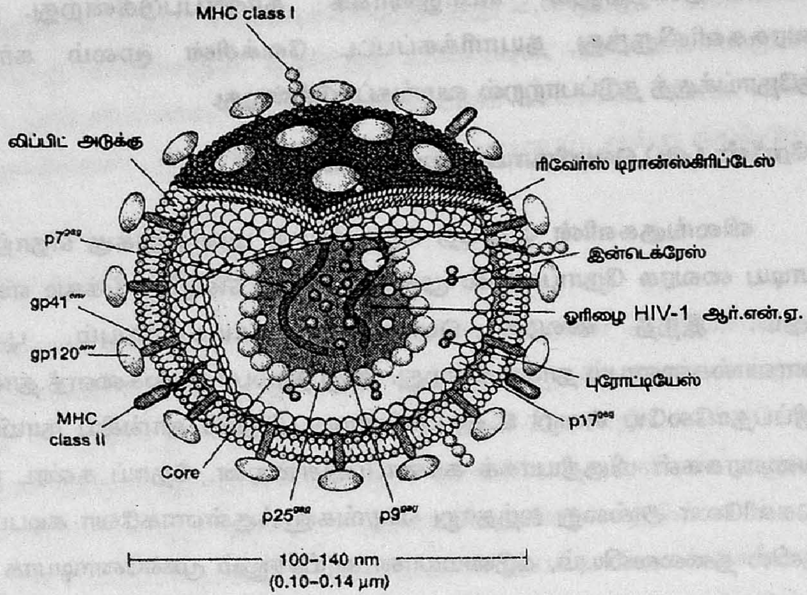
8. ரேபீஸ் (அ) வெறிநாய்க்கடி நோய்

விலங்குகளின் நேரடித் தொடர்பால் மனிதனுக்கு தொற்றிக்கொள்ளும் கொடிய வைரசு நோய்களில் முக்கியமானது வெறிநாய்க்கடி எனப்படும் ரேபீஸ் ஆகும். இந்த வைரசு பொதுவாக நாய்களையும், பூனைகளையும், வௌவால்களையும் தாக்குகின்றது. இது நரம்புச் செல்களைத் தாக்கி மூளையைப் பாதிப்பதாலேயே வெறி உண்டாகின்றது. நோய் தாங்கிய நாயின் உமிழ்நீரில் இவ்வைரசுகள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. நோய் கண்ட நாய் கடித்த 10 நாட்களிலோ அல்லது ஐந்தாறு வாரங்களுக்குள்ளாகவோ கடிபட்ட மனிதனுக்கு முதலில் தலைவலியும், கடுமையான காய்ச்சலும் முன்னோடியாக அமைந்த பின் தொண்டை அழற்சி ஏற்படும். நரம்பு மண்டலம் தாக்கப்படுவதால் தசைகள் பாதிக்கப்பட்டு, வலிப்பு உண்டாகும். வெறி நாய் கடித்து, நோயின் வெளிக் குறிகள் தோன்றுவதற்கு முன் தடுப்பூசிகள் போட்டுக் கொள்வதே இதற்கு மருந்தாகும். நாய்களையும், தடுப்பூசி போடுவதன் மூலம் இக்கொடிய நோயிலிருந்து காக்கலாம்.

9. எய்ட்ஸ் (AIDS) (அ) பெறப்பட்ட நோய் தடைகாப்புக் குறைவு நோய் (Acquired Immuno deficiency Syndrome)

இந்நோய் HIV எனப்படும் மனித இனநோய் தடைகாப்பு குறைவு வைரஸால் (Human Immunodeficiency Virus - HIV) ஏற்படுகின்றது. இது ஒரு RNA வைரஸ் ரெட்ரோவைரஸ் வகுப்பில் ரெட்ரோவிரிடே என்ற குடும்பத்தில் இடம்பெறுகிறது. இதனை 1983ல் லக் மாண்டக்னியர் (Luc Mantagnier) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இந்த வைரஸ் லிம்போசைட்டுகளில் தொற்று ஏற்படுத்துவதால் T செல்கள் பாதிக்கப்பட்டு நோய் எதிர்ப்பு மண்டலம் ஒடுக்கப்படுகிறது. எனவே நோய் தடைகாப்புக் குறைவு (Immunodeficiency) நோய் எனப் பெயர் வந்தது. நோய்தடைக்காப்புக் குறைவு காரணமாக இந்த நோயுள்ளவர்கள் மற்றப் பல்வேறு நோய்களுக்கு ஆளாகி இறக்க நேரிடுகிறது.

ஹெச்.ஐ.வி. ஒரு RNA வைரஸ் (படம் 10.1). இது 90-120nm விட்டமுடையது. இகாசோஹைட்ரல் அமைப்புடையது. வெளிஉறை கொழுப்பு புரதத்தால் ஆனது. புறப்பரப்பில் ஸ்பைக்ஸ் உள்ளது. இரு இரண்டு ஓரிழை ஆர்.என்.ஏ.க்கள் உடையது (ssRNA). இது ரிவர்ஸ் டிரான்ஸ்கிரிப்டேஸ் நொதியைக் கொண்டு RNAயை DNAஆக மாற்றுகிறது.



படம் 10.1 எச்.ஐ.வி-1 வைரியான் *gp*41=41 ஆயிரம் டால்டன் எடையுள்ள மற்றும் *gp*121=121 ஆயிரம் டால்டன் எடையுள்ள கிளைக்கோ புரதம் MHC Class I & II = **முதன்மைத் திசுப்பொருத்த - ஜீன் கூட்டமைப்பு** (Histocompatibility Complex) p25, p17, p9, p7 = **நியூக்ளியக உறைப்புரதங்கள்**

T உதவும் செல்கள், மாக்ரோபாஜஸ், மோனோசைட்ஸ் ஆகியவற்றை HIV தொற்றுகிறது. விருந்தோம்பி செல்லின் உட்கருவில் வைரஸ் நுழைகின்றது. ரிவர்ஸ் டிரான்ஸ்கிரிப்டேஸ் நொதியைப் பயன்படுத்தி தன் RNA யை DNA ஆக மாற்றுகிறது. இந்த DNA விருந்தோம்பி DNA உடன் இணைகிறது. மறு இணைவு DNA பல நகல்களை உண்டாக்குகிறது. வைரஸ் DNA யிலிருந்து RNA மற்றும் வைரஸ் துகள்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இவைகள் செல்லை விட்டு வெளியில் வந்து மற்ற செல்களைத் தொற்றுகின்றன.

10. வைரஸ் கல்லீரல் அழற்சி (Viral Hepatitis)

ஹெப்பாடிடிஸ் என்றால் கல்லீரல் எரிச்சல் எனப்பொருளாகும். இந்நோய்க்கு காரணமான 9 வைரஸ்கள் இனம் காணப்பட்டுள்ளன. ஹெப்பாடிடிஸ் வைரஸ்களின் பண்புகள் பட்டியல் 10.5ல் தரப்பட்டுள்ளன. வைரஸ் ஹிப்பாடிடிஸ் A, B,C ஆகிய மூன்றும் குழந்தைகளுக்கும், பெரியவர்களுக்கும் கடுமையான நோய் ஏற்படுத்துகிறது. A, C, D, E வகைகள் RNA மரபுப் பொருள் உடையவை. ஹிப்பாடிடிஸ் A என்டிரோவைரஸ் வகை 72 ஆகும். ஹிப்பாட்னாவிரிடே குடும்பம் ஈரிழை DNA மரபுப்பொருள் உடையது. ஹிப்பாடிடிஸ் 'A' வைரஸ் உறைசூழா, 27nm விட்டமுடைய, இகாசோஹைட்ரல் சமச்சீருடையது.

பொதுவாக எல்லா வகை ஹிப்பாடிடீஸும் கல்லீரலைப் பாதிக்கக் கூடியது. ஹெப்பாடிடீஸ் புற்றுநோயைவிட ஆபத்தானது. ஹெப்பாடிடீஸ் 'B' வைரஸ் , இரத்தப் பரிமாற்றம், தூய்மை கெட்ட உபகரணங்கள், கிருமிநீக்கம் செய்யப்படாத ஊசி அல்லது உடல் சுரப்பிகள் (வியர்வை, உமிழ்நீர், சிறுநீர், தாய்ப்பால்) மூலம் பரவுகின்றது. கல்லீரல் செல்களை அழித்து, டிரான்ஸ் அமினேஸ் என்ற நொதியை இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கிறது. இதனால் மஞ்சள் காமாலை, பசியின்மை, உடற்சோர்வு, குமட்டல் ஆகியன ஏற்படுகின்றன. ஹீமோகுளோபினின் விளைபொருளான பிலிருபின் தோல், மற்ற திசுக்களில் சேர்ந்துவிடுகிறது. இதன் காரணமாக தோல், கண்கள், சிறுநீர் ஆகியன மஞ்சள் நிறமாகின்றன. இதன் கடுமையான நிலையில் கல்லீரல் புற்றுநோய் (heptocellular carcinoma) ஏற்படுகிறது. இந்நோய் பொதுவாக குழந்தைகளுக்கும், இளைஞர்களுக்கும் ஏற்படுகிறது.

பட்டியல் 10.1 : மனிதர்களில் ஏற்படும் பாக்டீரிய நோய்கள்

நோய்	நோய்க்கான நுண்ணுயிரி	பரவும் வழி	பாதிக்கப்படும் உறுப்பு	தடுப்பு மருந்து
காசநோய்	மைக்கோபாக்டீரியம் டியூபர்குலோசிஸ்	காற்று	நுரையீரல், எலும்புகள் மற்ற உறுப்புகள்	பாசில்லிகால்மெட்டி குவாரின் (BCG)
டிப்தீரியா	கொரினிபாக்டீரியம் டிப்தீரியே	காற்று	மேல்சுவாசக்குழல் இதயம், நரம்புகள்	DPT தடுப்பு ஊசி
கக்குவான் இருமல்	போர்டிடெல்லா பெர்டுசிஸ்	காற்று	மேல்சுவாசக் குழல்பகுதி	கொல்லப்பட்ட பாக்டீரிய தடுப்பு மருந்து DPT உடன்
டைபாய்டு காய்ச்சல்	சால்மொனெல்லா டைபி	உணவு, நீர்	குடல், இரத்தம் பித்தப்பை	கொல்லப்பட்ட பாக்டீரிய தடுப்பு மருந்து
கொனொரோயா	நிஸ்செரியா கொனொரோயே	பால்வழி	யூரித்ரா, செர்விக்ஸ் அண்ட நாளங்கள் எபிடிடைமிஸ், கண்கள் தொண்டை	ஸ்பெக்டினோமைசின் டெட்ராசைக்லின்
சிபிலிஸ்	டிரிபனீமா பால்லிடம் (ஸ்பைரோகீட்)	பால்வழி	இதயம், இரத்தக் குாய்கள், தோல் நரம்பு மண்டலம்	பெனிசிலின்- நோய்தடைகாப்பு மருந்து இல்லை
தொழுநோய்	மைக்கோபாக்டீரியம் லெப்ரே	தொடர்பு வழிப் பரவுதல்	தோல், எலும்புகள்	டாப்சோன்ரிபாம்பின், மைக்கோபாக்டீரியம் தடுப்பு மருந்து

பட்டியல் 10.2 : மனிதர்களுக்கு ஏற்படும் சில வைரஸ் நோய்கள்

நோய்	பாதிக்கப்படும் உறுப்பு	பரவும் முறை	தடுப்பு மருந்து
1. எய்ட்ஸ்	'T' வெள்ளையணுக்கள்	உடல்திரவத்தொடர்பு	இல்லை
2. ஹிப்பாடிடிஸ் 'A'	கல்லீரல்	உணவு, நீர் மூலமாக	கொல்லப்பட்ட ஹிப்பாடிடிஸ் 'A' தடுப்பு மருந்து
3. ஹிப்பாடிடிஸ் 'B'	கல்லீரல்	உடல்திரவ வழித் தொடர்பு	மறுஇணைவு HB-தடுப்பு மருந்து
4. போலியோ	சிறுகுடல், மூளை, தண்டுவடம்	உணவு, நீர் மூலமாக	நொய்த்த வைரஸ், வாக்சின்
5. தட்டம்மை	தோல் மற்றும் நரம்பு	துளிகள்	உயிருள்ள நொய்த்த வேரிசெல்லா தடுப்பூசி
6. அம்மைக் கொப்புளங்கள்	தோல், சுவாசப் பாதை	தொடர்பு துளிகள்	நொய்த்த வைரஸ் தடுப்பு மருந்து
7. புட்டாளம்மை	உமிழ்நீர் சுரப்பிகள்	துளிகள்	நொய்த்த வைரஸ் தடுப்பு மருந்து
8. இன்புளுயன்சா	சுவாசப்பாதை	துளிகள்	உயிருள்ள / கொல்லப்பட்ட இன்புளுயன்சா வைரஸ் தடுப்பு மருந்து
9. பொதுவான தடுமல்	மூக்கு, மேல்சுவாசப் பாதை	துளிகள்	எதிர்உயிர்ப் பொருட்கள் பயன்படுத்துதல்

பட்டியல் 10.3 : மருத்துவ முக்கியத்துவமுள்ள சில புரோட்டோஸீவாக்கள்

பெருந்தொகுதி	வகை	நோயூக்கி	நோய்
சார்கோமாஸ்-டிகாபோரா	அமீபே	என்டமீபா அகான்தமீபா வகைகள் நேக்ளேரியாஃபௌலரி	அமீபிய வயிற்றுப்போக்கு அமீபிய மூளைக்காய்ச்சல்
அபிகாம்ப்ளக்ஸா	காக்சீடியா	1.கிரிப்டோஸ்பொரிடியம் பார்வம் 2.ஐசோஸ்போர பெல்லி 3.டாக்ஸோபிளாஸ்மா கொனிடி	கிரிப்டோஸ்பொரிடியாசிஸ் ஐசோஸ்போரியாசிஸ் டாக்ஸோபிளாஸ்மோசிஸ்

சிலியோபோரா	சிலியேட்டுகள்	பாலன்டிடியம்கோலி	பாலன்டிடியாஸிஸ்
சார்கோமாஸ்டிகோ –போரா	இரத்த மற்றும் திசு பிளஜெல்லட்டுகள்	1.லீஷ்மேனியா டிரோபிகா 2.டிரிப்னசோமா குருசி 3.டிரிபனேசோமா காம்பியென்ஸ்	தோல் லீஷ்மேனியாசிஸ் அமெரிக்க டிரிப்பனசோமியாசிஸ் ஆப்பிரிக்க தூக்க நோய்
	செரிமான மற்றும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளிலுள்ள பிளஜெல்லட்டுகள்	1.கியார்டியா லாம்பியா 2. டிரைக்கோமோனாஸ் வஜினாலிஸ்	கியார்டியாஸிஸ் டிரைக்கோமோனியாசிஸ்
அபிகாம்ப்ளக்சா	ஸ்போரேஸீவா	பிளாஸ்மோடியம் வகைகள்	மலேரியா
மைக்ரோஸ்போரா	மைக்ரோஸ்– –பொரடியா	என்செபலிடோஸீவன், நோசிமா, மைக்ரோஸ்பொரிடியம்	மைக்ரோஸ்பொரிடியாசிஸ்

பட்டியல் 10.4 : சில மருத்துவ முக்கியத்துவமுள்ள பூஞ்சைகள்

வகை	நோயூக்கி	தாக்குமிடம்	நோய்
புறவளர்ப்பூஞ்சை நோய்கள்	1.பீயெட்ரேரியா ஹார்ட்டே	மயிரிழைத் தண்டுகள்	கருப்புப் பீயெட்ரா
	2.டிரைக்கோஸ்போரான் பீஜெல்லி	தாடி, மீசை	வெள்ளைப் பீயெட்ரா
	3.மாலசெசியா ஃபர்ஃபர்	மார்பு, கழுத்து முகம், கைகள்	டீனியா வெர்ஸிகலர் எனப்படும் தேமல்
தோல் பூஞ்சை நோய்கள்	டிரைக்கோபைட்டான் மென்டாகுரோபைட்ஸ்	தாடி	டீனியா பார்பே
	டிரைக்கோபைட்டான், மைக்ரோஸ்பொரியம் கேனிஸ்	மயிரிழைத் தண்டுகள்	டீனியா கேபிடிஸ்
	டிரைக்கோபைட்டான் ரூப்ரம்	வழுவழுப்பான முடியற்ற தோல் பகுதிகள்	டீனியா கார்ப்போரிஸ்
	எபிடெர்மோபைட்டான் ஃபிளாக்கோசம்	தொடைச்சந்து, பிட்டம்	டீனியா குருரிஸ்
	டிரைக்கோபைட்டான் ரூப்ரம், எபிடெர்மோபைட்டான் ஃபிளாக்கோசம்	பாதம்	டீனியா பீடிஸ்
	டிரைக்கோபைட்டான் ரூப்ரம், எபிடெர்மோபைட்டான் ஃபிளாக்கோசம்	நகங்கள்	டீனியா அங்குயியம்

தோலடிப்பூஞ்சை நோய்கள்	பியாலோபோரா வெருக்காஸா	கால், பாதம்	குரோமோபிளாஸ்டா மைக்கோஸிஸ்
	மடுரெல்லா மைசெட்டோமேடிஸ்	பாதம் மற்றும் பிறபகுதிகள்	மடுரோ மைக்கோசிஸ்
	ஸ்போரோதிரிக்ஸ் ஷீனெக்கி	காயங்கள்	ஸ்பைரோடிரைக்கோசிஸ்
உறுப்பு மண்டல பூஞ்சை நோய்கள்	பிளாஸ்டோமைசெஸ் டெர்மடிடிஸ்	நுரையீரல், தோல்	பிளாஸ்டோமைக்கோசிஸ்
	காக்சிடாய்டஸ் இம்மிடிஸ்	நுரையீரல், பிறபகுதிகள்	காக்சீடியாய்டோ மைக்கோசீஸ்
	கிரிப்டோகாக்கஸ் நியோஃபார்மன்ஸ்	நுரையீரல், தோல், எலும்பு, வயிறு, மத்திய நரம்பு மண்டலம்	கிரிப்டோ காக்கோசிஸ்
	ஹிஸ்டோபிளாஸ்மா கேப்சுலேட்டம்	வெள்ளை அணுக்கள்	ஹிஸ்டோ பிளாஸ்மோசிஸ்
சந்தர்ப்பவாத பூஞ்சை நோய்கள்	ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் ஃபியூமிகேட்டஸ் ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் ஃபிளேவஸ்	சுவாச மண்டலம்	ஆஸ்பர்ஜில்லோசிஸ்
	கேண்டிடா அல்பிகன்ஸ்	தோல் அல்லது மியூகஸ் சவ்வுகள்	கேண்டிடியாசிஸ்
	நியூமோசிஸ்டிஸ் கேரினி	நுரையீரல், சில நேரங்களில் மூளை	நியூமோசிஸ்டிஸ் நிமோனியா

பட்டியல் 10.5 ஹிப்பாடிடிஸ் வைரஸ்களின் பண்புகள்

நோய்/வைரஸ்	வகைப்பாடு	மரபுப்பொருள்	பரவுதல்	தடுத்தல்
ஹிப்பாடிடிஸ் A	பிகார்னா விரிடே ஹெப்டோவைரஸ்	RNA	உணவு, நீர் மலம்	கொல்லப்பட்ட HAV (ஹாவரிக்ஸ் தடுப்பு மருந்து)
B	ஹைபட்னாவிரிடே ஆர்தோஹெபட்னா, வைரஸ்	DNA	இரத்தம், ஊசி உடல் சுரப்புகள் பிளசண்டா	மறு இணைவு தடுப்பு HBV மருந்து
C	ஃபிளாவிவிரிடே-பெஸ்டிவைரஸ், ஃபிளாவிவைரஸ்	RNA	இரத்தம் பால்வினை	வழக்கமான இரத்த சோதனைகள்
D	வகைப்படுத்தவில்லை	RNA	இரத்தம், பால்வினை	HBV-தடுப்பு மருந்து
E	காலிசிவிரிடே (?)	RNA	மலம் / வாய்வழி	சுகாதார முறைகளைப் பின்பற்றுதல்

11

தொழிலக நுண்ணுயிரியல்

(Industrial Microbiology)

தொழிலக நுண்ணுயிரியலானது மருந்துப் பொருட்கள் (நுண்ணுயிர் எதிர்பொருட்கள், ஹார்மோன்கள்; மாற்றம் பெற்ற ஸ்டீராய்டுகள்), கரைபொருட்கள், கரிம அமிலங்கள், அமினோ அமிலங்கள், நொதிகள் போன்றவற்றின் உற்பத்தியில் நுண்ணுயிர்களை உபயோகப்படுத்துவதை நோக்கமாகக் கொண்டது. இவ்வாறு தொழிலகத்தில் உபயோகப்படுத்தப்படும் நுண்ணுயிர்கள் இயற்கையிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டவையாகும். பெரும்பாலான நேரங்களில் அவை திடீர்மாற்றம் - தெரிந்தெடுத்தல் (Mutation - Selection) முறையில் மாற்றம் பெற்றவையாகும்.

தொழிலகப் பயன்பாட்டிற்கு நுண்ணுயிர்களைத் தெரிந்தெடுத்தல்

தொழிலகப் பயன்பாட்டிற்கு முதலில் மேற்கொள்ள வேண்டிய உற்பத்திக்குத் தேவையான நுண்ணுயிர் வகையைத் தெரிந்தெடுக்க வேண்டும். இதற்குப் பலவகையான முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன. அவை நுண்ணுயிர்களைச் சூழலிலிருந்து பிரித்தெடுத்தல் முதல், மிகவும் நுணுக்கமான மூலக்கூறு நுட்பமுறைகள் வரை பலவகைப்படும்.

இயற்கைச் சூழல்களிலிருந்து நுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிதல்

தொழிலக நுண்ணுயிரியலில் பயன்படும் நுண்ணுயிர்கள் மிக அண்மைக்காலம் வரை பெரும்பாலும் இயற்கையிலமைந்த மண் மாதிரிகள், நீர், வீணான உணவு மற்றும் பழங்கள் போன்றவற்றிலிருந்து பெறப்பட்டன. உலகின் பல பகுதிகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட மாதிரிகள் தொழிலகப் பயன்பாட்டிற்குத் தகுதியான நுண்ணுயிர் வகைகளைத் தெரிந்தெடுக்க பரிசோதிக்கப்பட்டு வருகின்றன. ஆயினும், பல சூழல்களிலுள்ள நுண்ணுயிர் வகைகளின் ஒரு சிறிய பகுதியே இதுவரை கண்டறியப்பட்டுள்ளது (பட்டியல் 11.1). அவற்றுள் ஒரு சிறிய பகுதிக்கே வளர்ப்பு முறை அறியப்பட்டுள்ளது (பட்டியல் 11.2)

பட்டியல் 11.1 உலகிலுள்ள நுண்ணுயிர் வகைகளின் மொத்த எண்ணிக்கையும் அவற்றுள் அறியப்பட்ட வகைகளின் எண்ணிக்கையும் - ஒரு மதிப்பீடு

நுண்ணுயிர் வகை	மொத்த எண்ணிக்கை மதிப்பீடு	அறியப்பட்டவை எண்ணிக்கை	அறியப்பட்ட சதவீதம் (%)
வைரஸ்கள்	1,30,000	5,000	4.0
ஆர்க்கேயா	?	< 500	?
பாக்டீரியா	40,000	4,800	12.0
பூஞ்சைகள்	1,50,000	69,000	5.0
ஆல்காக்கள்	60,000	40,000	67.0

பட்டியல் 11.2 பல்வேறு சூழல்களில் வளர்க்கப்படும் நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கை மதிப்பீடு

சுற்றுச்சூழல்	வளர்க்கப்படும் நுண்ணுயிர்கள் மதிப்பீடு (%)
கடல்நீர்	0.001 - 0.100
நன்னீர்	0.25
இடைநிலை ஊட்டநிலை ஏரிகள் (Mesotrophic lake)	0.1 - 1.0
மாசுபடாத கழிமுக நீர் நிலைகள்	1.0 - 15.0
வண்டல்கள்	0.25
மண்	0.30

நுண்ணுயிர் வகைகள் மற்றும் நுண்ணுயிர்ச் சூழலியல் ஆகியவை அனைவரின் கவனத்தையும் ஈர்த்து வருவதால், முக்கியமான அதீத சூழல்களில்

வாழும் நுண்ணுயிர்கள் பற்றிய ஆர்வம்), நுண்ணுயிரியல் அறிஞர்கள் தற்சமயம் நுண்ணுயிர் வகைகள் பற்றிய அறிவு, தொழிலகப் பயன்பாட்டிற்குத் தேவையான தகுதியுடைய நுண்ணுயிர்கள் ஆகியவற்றில் முழுக்கவனம் செலுத்தி வருகின்றனர். உலகம் முழுவதும் நுண்ணுயிர்ப் புதிய வகைகளைக் கண்டறிவதிலும், புதிய திறன்களுடைய நுண்ணுயிர்களை ஆராய்வதிலும் மிகப்பெரிய தொழில் நிறுவனங்கள் பெரும் முனைப்பு காட்டிவருகின்றன.

தொழிலக நுண்ணுயிரியலின் மூலம் பெறப்படும் முக்கியப் பொருட்கள்

தொழிலக நுண்ணுயிரியல் மனித வாழ்க்கையில் மிகப்பெரிய மாற்றங்களை ஏற்படுத்திய பல முக்கியப் பொருட்களின் உற்பத்திக்குக் காரணமாயிருக்கின்றது. தொழிலக மற்றும் விவசாயப் பொருட்கள், உணவுக் கூட்டுப்பொருட்கள் (Food additives) மருத்துவப் பொருட்கள் ஆகியவை இவற்றுள் அடங்கும். (பட்டியல் 11.4, 11.5, 11,6, மற்றும் 11,7). முக்கியமாக கடந்த சில வருடங்களில், மருத்துவத்துறையில் பயன்படுத்தப்படும் நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருளல்லாத (non-antibiotic components) பொருட்கள் மனித மற்றும் விலங்குகளின் மேம்பட்ட வாழ்விற்குக் காரணமாயுள்ளன (பட்டியல் 11.8).

பட்டியல் 11.3 : முக்கியத் தொழிலக நுண்ணுயிரியல் பொருட்கள்

பொருட்கள்	நுண்ணுயிர்கள்
அ. தொழிலகப் பொருட்கள்	
எத்தனால் (குளுக்கோஸிலிருந்து)	சாக்கரோமைசஸ் செரிவிசியே
எத்தனால் (லாக்டோஸிலிருந்து)	குளுய்வெரோமைசஸ் ஃப்ராஜிலிஸ் *(Kluyveromyces fragilis)*
அசட்டோன் மற்றும் பியூட்டனால் (Acetone and Butanol)	க்ளாஸ்ட்ரிடியம் அசெட்டோபியூட்டைலிக்கம் *(Clostridium acetobutylicum)*
2,3 பியூடனெடியால் ((2,3) - butanediol)	என்டிரோபாக்டர், செர்ரேடியா (*Enterobacter, Serratia)*

நொதிகள்	ஆஸ்பர்ஜில்லஸ், பாஸில்லஸ், மியூகார், டிரைகோடெர்மா
ஆ. விவசாயப் பொருட்கள்	
கிப்பரெலின்கள்	கிப்பெரல்லா ப்யூஜிகுரோயி (*Gibberella fujikuroi*)
இ. உணவுக் கூட்டுப்பொருட்கள்	
அமினோ அமிலங்கள் (எ.கா.லைசின்)	கோரின்பாக்டீரியம் குளுடாமிகம்
கரிம அமிலங்கள் (எ.கா.சிட்ரிக் அமிலம்)	ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் நைஜர்
நியூக்ளியோடைடுகள்	கோரின்பாக்டீரியம் குளுடாமிகம்
வைட்டமின்கள்	ஆஷ்பையா, எரிமோதீசியம், பிளாக்ஸ்லியா
பாலிசாக்கரைடுகள்	ஸான்த்தோமோனாஸ்
ஈ. மருத்துவப் பொருட்கள்	
நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருட்கள் (Antibiotics)	பென்சிலியம், ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ், பாஸில்லஸ்
அல்கலாய்டுகள்	க்ளாவிசெப்ஸ் பர்ப்யூரியா
ஸ்டீராய்டு மாற்றுப்பொருட்கள்	ரைசோபஸ், ஆர்த்ரோபாக்டர்
இன்சுலின், மனிதவளர்ச்சி ஹார்மோன் சொமேட்டோஸ்டாடின், இன்டெர்பெரான்கள்	எஸ்செரிசியா கோலி, சாக்கரோமைசஸ் செரிவிசியே, மற்றவை
உ. உயிரிய எரிபொருட்கள்	
ஹைட்ரஜன்	ஒளிச்சேர்க்கை புரியும் நுண்ணுயிர்கள்
மீத்தேன்	மெத்தனோ பாக்டீரியம்
எத்தனால்	ஸைமோமோனாஸ்,தெர்மோஅனரோபாக்டர்

பட்டியல் 11.4 நுண்ணுயிர்களால் உற்பத்தி செய்யப்படும் முக்கியக் கரிம அமிலங்கள்

உற்பத்தி செய்யப்படும் பொருள்	உபயோகப்படுத்தப்படும் நுண்ணுயிர்கள்
அசெட்டிக் அமிலம்	அசெட்டோபாக்டர்
சிட்ரிக் அமிலம்	ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ் நைஜர்
ஃப்யூமெரிக் அமிலம்	ரைசோபஸ் நைக்ரிகன்ஸ்
குளுக்கோனிக் அமிலம்	ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் நைஜர்
இட்டாகோனிக் அமிலம் (Itaconic acid)	ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் டெர்ரியஸ்
கோஜிக் அமிலம் (Kojic acid)	ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் ஃப்ளேவஸ்-ஒரைசே
லாக்டிக் அமிலம்	லாக்டோபாசில்லஸ் டெல்புருயெக்கி (*Lactobacillus delbrueckii*)

பட்டியல் 11.5 : சில முக்கியமான நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருட்கள்

பெயர்	உண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்
அ. பூஞ்சணங்களால் உண்டாக்கப்படுபவை	
பெனிசில்லின்கள்	பெனிசிலியத்தின் இனங்கள்
செபலோஸ்போரின்கள்	செபலோஸ்போரியத்தின் இனங்கள் (*Cephelosporium spp.*)
கிரிசோபல்வின்	பெனிசில்லியம் கிரிசோபல்வம்
ஆ. ஒரு செல் பாக்டீரிய இனங்களால் உண்டாக்கப்படுபவை	
கிராமிசைடின்	பாசில்லஸ் பிரெவிஸ்
பாலிமிக்சின்-பி	பா.பாலிமிக்ஸா
பாசிட்ராசின்	பா.சப்டிலிஸ்
இ. கிளை விடும் பாக்டீரியா அல்லது ஆக்டியோமைசிட்டுகளால் உண்டாக்கப்படுபவை	
ஸ்ட்ரெப்டோமைசின்	ஸ்டிரெப்டோமைசிஸ் கிரிசியஸ்
குளோராம் பெனிகால்	ஸ். வெனிசுயெல்லே

டெட்ராசைக்ளின்கள் (ஆரியோமைசின் குளோரோமைசிடின்)	ஸ். ஆரியோபேசியன்ஸ், ஸ். ரிமோசஸ்
நியோமைசின்கள்	ஸ். ப்ராடியே
எரித்ரோமைசின்	ஸ்.எரித்ரியஸ்
நிச்டேடின்	ஸ். நூர்சி
அம்போடெரிசின் பி	ஸ். நோடோசஸ்

பட்டியல் 11.6 : சில நுண்ணுயிர்களும் அவை உற்பத்தி செய்யும் நொதிகளும்

நுண்ணுயிரிகள்	நொதிகள்
I. பாக்டீரியன்கள்	
1. பேசில்லஸ் சீரியஸ்	பெனிசில்லினேஸ்
2. பே கொயாகுலன்ஸ்	அமைலேஸ்
3. பே.லைக்கெனிபார்மிஸ்	அமைலேஸ், புரோட்டியேஸ்
4. பே. மெகாடெரியம்	பெனிசிலின் அசைலேஸ்
5. சிட்ரோபாக்டர் இனங்கள்	L. அஸ்பார்ஜினேஸ்
6. எஸ்செரிஷியா கோலை	பெனிசிலின் அசைலேஸ் β காலக்டோசிடேஸ்
7. க்லெப்சியெல்லா நிமோனியே	புல்லுலனேஸ்
II. ஆக்டினோமைசெட்டுகள்	
1. ஆக்டினோப்லேன்ஸ் இனங்கள்	குளுக்கோஸ் ஐசோமிரேஸ்
III. பூஞ்சைகள்	
1. அஸ்பெர்ஜில்லஸ் ஃப்லேவஸ்	யூரேட் ஆக்ஸிடேஸ்
2. அ. நைஜர்	அமைலேஸ், புரோட்டியேஸ், பெக்டினேஸ், குளுக்கேஸ், ஆக்ஸிடேஸ்
3. அ. ஒரைசே	அமைலேசுகள், லிப்பேசுகள், புரோட்டியேஸ்
4. ஆரியோபேசிடியம் புல்லுலன்ஸ்	எஸ்டிரேஸ், இன்வர்ட்டேஸ்
5. காண்டிடா லிப்போலிட்டிகா	லிப்பேஸ்

6.	நியூரோஸ்போரா கிராசா	டிரைசினேஸ்
7.	பெனிசிலியம் ஃபூனிகுளோசம்	டெக்ஸ்ட்ரானேஸ்
8.	பெ.நொட்டேட்டம்	குளுக்கோ ஆக்சிடேஸ்
9.	ரைசோப்பஸ் இனம்	லிப்பேஸ்
10.	சாக்கரோமைசிஸ் சிரிவிசியே	இன்வர்ட்டேஸ்
11.	சா. ஃப்ராஜிலிஸ்	இன்வர்ட்டேஸ்
12.	டிரைக்கோடெர்மா ரெசிஸி	செல்லுலோஸ்
13.	டி. விரிடி	செல்லுலோஸ்

பட்டியல் 11.7 : நுண்ணுயிர்களைப் பயன்படுத்திப் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படும் சில என்சைம்கள்

என்சைம்	வினைச்செயல்	பயன்படுத்தப்படும் நுண்ணுயிர்
அமைலேஸ்	ஸ்டார்ச் – மால்டோஸ்	அஸ்பெரிஜில்லஸ் இனங்கள்
மால்டேஸ்	மாலடோஸ் – குளுகோஸ்	ரைசோபஸ் இனங்கள்
புரோடியேசுகள்	புரதங்கள்→பாலிபெப்டைடுகள்→ →அமினோ அமிலங்கள்	பாசில்லஸ் சப்டிலிஸ், அஸ்பெரிஜில்லஸ் இனங்கள்
பெக்டினேசுகள்	பெக்டின் சிதைப்பு	அஸ்பெரிஜில்லஸ், ரைசோபஸ் இனங்கள்
இன்வர்டேஸ்	சுக்ரோஸ் – குளுகோஸ் + ஃப்ரக்டோஸ்	சாக்கரோமைசிஸ் செரிவிசியே

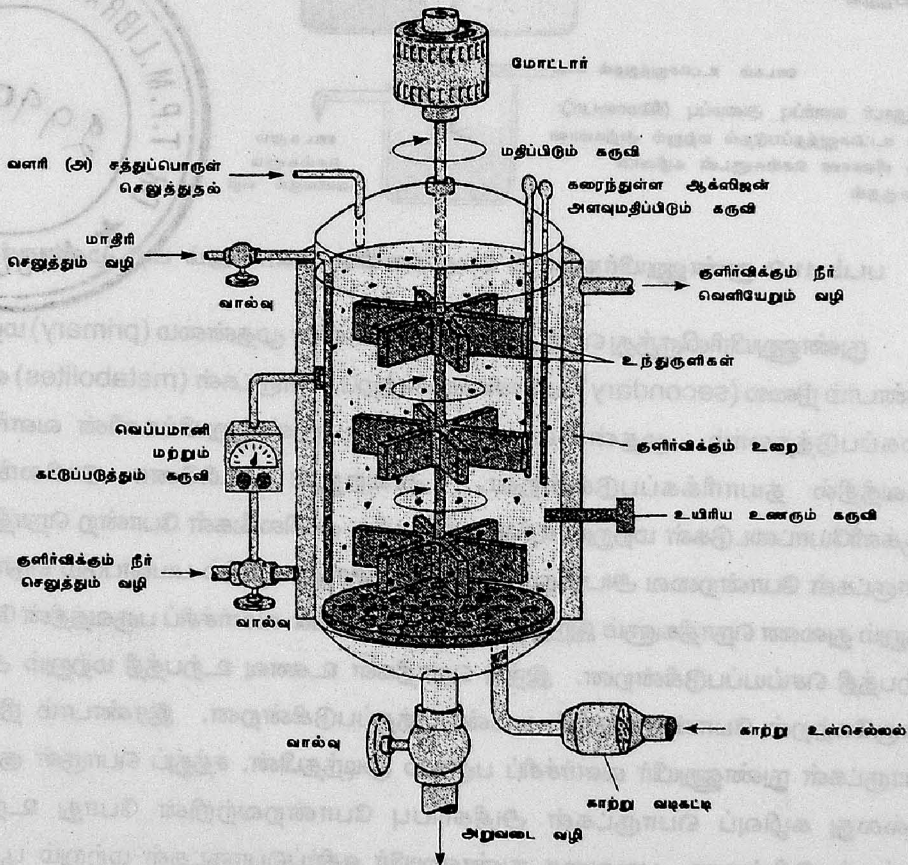
பட்டியல் 11.8 : நுண்ணுயிர் மூலம் பெறப்படும் எதிர்ப்பொருளல்லாத (Nonantibiotic) **சிறப்பமைந்த பொருட்கள்** (Speciality compounds)

கூட்டுப்பொருள்வகை (Compound Type)	நுண்ணுயிர் மூலம் (Source)	உற்பத்தி செய்யப்படும் பொருள் (Product)
பாலி ஈத்தர்கள் (Polyethers)	ஸ்ட்ரெப்டோமைசெஸ் சின்னமோனென்சிஸ்	மோனென்சின் (monensin)

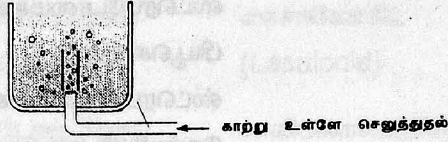
	ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் லாசாலியென்சிஸ்	லாசாலோசிட் (Lasalocid)
	ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் ஆல்ப்ஸ்	சாலினோமைசின் (Salinomycin)
அவெர்மெக்டின்கள் (Avermectins)	ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் அவெர்மிட்டிலிஸ்	அவெர்மெக்ரான்
	அஸ்பெர்ஜில்லஸ் டெர்ரியஸ்	லோவாஸ்டேட்டின் (Lovastatin)
	பெனிசிலியம் சிட்ரினம் + ஆக்டினோமைசெட்டுகள்	ப்ராவாஸ்டேட்டின் (Pravastatin)
உயிரியக் களைக்கொல்லி (Biopesticide)	ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் ஹைக்ராஸ்கோபிகஸ்	பையோலாபாஸ் (Biolaphos)
நோய்த்தடுப்பாற்றல் ஒடுக்குவன (Immuno suppressants)	டோலிபோக்ளாடியம் இன்ஃபிலேட்டம் (*Tolypocladium inflatum*)	சைக்ளோஸ்போரின் 'A'
	ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் ஸுகாபேயென்ஸிஸ் *S.tsukabaensis*)	FK - 506
	ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் ஹைக்ரோஸ்கோபிகஸ் (*Streptomycos hygroscopicus*)	ராபாமைசின் (Rapamycin)
வளர்ச்சி மாற்ற வினை முதலிகள் (Anabolic agents)	கிப்பெரெல்லா ஸீயியே (*Gibberella zeae*)	ஸீயராலெனினேன் (Zearalenone)
கருப்பை சுருங்கச் செய்வன (Utero cortractants)	க்ளாவிசெப்ஸ் பர்பியூரியா (*Claviceps purpurea*)	எர்காட் அல்காலாய்டுகள் (Ergot alkaloids)
புற்றுநோய் எதிர்ப்புப் பொருட்கள் (Antitumor agents)	ஸ்ட்ரெப்டோமைசெஸ் ப்யூசெட்டிகள் (*S.peuceticus* sub.sp.*caesius*)	டேக்சோரூபிசின்

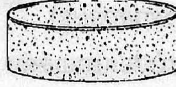
ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் பியூசெட்டிகஸ்	டாவ்னோரூபிசின்
ஸ்ட்ரெப்டோமைசெஸ் கேஸ்பிட்டோஸஸ் (*S.caespitosus*)	மைட்டோசின்
ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் வெர்ட்டிசில்லஸ் (*S.verticillus*)	பிலியோமைசின்

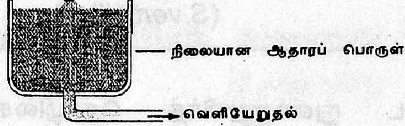
மேற்கண்ட நுண்ணுயிர்த் தொழிலகப் பொருட்கள் உற்பத்திக்கு நுண்ணுயிர்களைப் பெருமளவு வளர்த்தல் அவசியமாகும். அதற்குத் தொழிலாகக் கலக்கல் நொதிகலன்கள் (Industrial stirred fermenters) போன்ற நொதிகலன்கள் தேவை (படம் 11.1). காற்றுள்ள நிலை மற்றும் காற்றற்ற நிலை நொதிகலன்களைத் தவிர, மற்ற வகைத் தொழிலக நுண்ணுயிர் வளர்ப்புமுறைகள் படம் 11.2ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

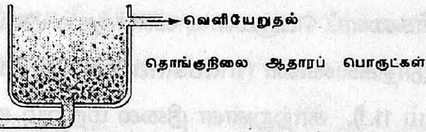


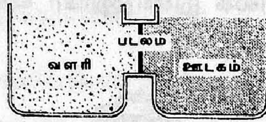
படம் 11.1 தொழிலக கலக்கல் நொதிகலன் (Industrial Stirred Fermenter)

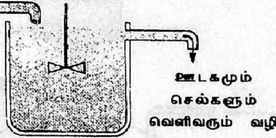














படம் 11.2 நுண்ணுயிர்களைப் பெருமளவில் வளர்க்கும் பிற முறைகள்

நுண்ணுயிரிலிருந்து பெறப்படும் பொருட்களை முதன்மை (primary) மற்றும் இரண்டாம் நிலை (secondary) வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் (metabolites) என்று வகைப்படுத்தலாம். முதன்மைப் பொருட்கள், நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றுள் அமினோ அமிலங்கள், நியூக்ளியோட்டைடுகள் மற்றும் எத்தனால், கரிம அமிலங்கள் போன்ற நொதித்தல் பொருட்கள் போன்றவை அடங்கும். மேலும் தொழிலகத்தில் பயன்படும் நொதிகள் மற்றும் துணை நொதிகளும் இந்த நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சிப் பருவத்தின் போதே உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இந்த நொதிகள் உணவு உற்பத்தி மற்றும் ஆடை மெருகேற்றல் போன்றவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இரண்டாம் நிலைப் பொருட்கள் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சிப் பருவம் முடிந்தபின், சத்துப் பொருள் குறைவு அல்லது கழிவுப் பொருட்கள் அதிகரிப்பு போன்றவற்றின் போது உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. பலவகை நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருட்கள் மற்றும் பூஞ்சை நச்சுக்கள் இவ்வகையில் அடங்கும்.